

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Katsutaro ICHIHARA, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HERewith

FOR: OPTICAL RECORDING MEDIUM AND OPTICAL RECORDING-REPRODUCING METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-011174	January 20, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    1 月 2 0 日  
Date of Application:

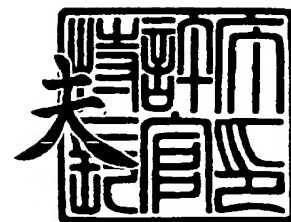
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 1 1 1 7 4  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 0 1 1 1 7 4 ]

出 願 人                      株式会社東芝  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康





【書類名】 特許願

【整理番号】 A000203657

【提出日】 平成15年 1月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 7/24

【発明の名称】 光記録媒体および光記録再生方法

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研  
究開発センター内

【氏名】 市原 勝太郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研  
究開発センター内

【氏名】 芦田 純生

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研  
究開発センター内

【氏名】 柚須 圭一郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研  
究開発センター内

【氏名】 都鳥 顕司

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研  
究開発センター内

【氏名】 塚本 隆之



## 【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

## 【代理人】

【識別番号】 100058479

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108855

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 蔵田 昌俊

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光記録媒体および光記録再生方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光記録層と、該光記録層の再生光入射側に設けられた分離層と、該分離層の再生光入射側に設けられ、前記光記録層の状態が記録マークであるかまたはスペースであるかに応じて光吸収率が異なる相変化再生層を有し、再生光の照射により前記相変化再生層の光吸収率が大きい部分に前記光記録層の状態が転写されて転写部が形成され、前記再生層の前記転写部以外の部分は前記転写部と光学的に異なる状態に保持されることを特徴とする光記録媒体。

【請求項 2】 光記録層と、該光記録層の再生光入射側に設けられた分離層と、該分離層の再生光入射側に設けられ、前記光記録層の状態が記録マークであるかまたはスペースであるかに応じて光吸収率が異なる相変化再生層を有し、再生光の照射により前記相変化再生層の光吸収率が大きい部分に前記光記録層の状態が反転して転写されて反転転写部が形成され、前記再生層の前記反転転写部以外の部分は前記反転転写部と光学的に異なる状態に保持されることを特徴とする光記録媒体。

【請求項 3】 表面に光記録層としてのピット列が設けられた透明基板と、該透明基板上に設けられ、前記光記録層の状態が記録マークであるかまたはスペースであるかに応じて光吸収率が異なる相変化再生層とを有し、再生光の照射により前記相変化再生層の光吸収率が大きい部分に前記光記録層の状態が転写されて転写部が形成され、前記再生層の前記転写部以外の部分は前記転写部と光学的に異なる状態に保持されることを特徴とする光記録媒体。

【請求項 4】 表面に光記録層としてのピット列が設けられた透明基板と、該透明基板上に設けられ、前記光記録層の状態が記録マークであるかまたはスペースであるかに応じて光吸収率が異なる相変化再生層とを有し、再生光の照射により前記相変化再生層の光吸収率が大きい部分に前記光記録層の状態が反転して転写されて反転転写部が形成され、前記再生層の前記反転転写部以外の部分は前記反転転写部と光学的に異なる状態に保持されることを特徴とする光記録媒体。

【請求項 5】 前記転写部または反転転写部が、再生ビーム照射中に拡大し

続いて縮小することを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の光記録媒体。

【請求項 6】 前記光記録層が相変化光記録層であることを特徴とする請求項 1、2 または 5 に記載の光記録媒体。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の光記録媒体に対して再生光を照射し、再生光の照射により融点または結晶化温度以上に昇温された相変化再生層に記録層の記録マークまたはスペースを転写または反転転写させて転写部または反転転写部を形成し、前記転写部または反転転写部からの反射光を検出して再生を行うことを特徴とする光記録再生方法。

【請求項 8】 前記光記録媒体に対して記録光を照射し、前記記録層に波長および対物レンズの開口数により決まる光学分解能より小さいサイズの記録マーク列を形成することを特徴とする請求項 7 に記載の光記録再生方法。

【請求項 9】 再生光の照射により転写部または反転転写部が形成された前記再生層を、転写前の状態に復元することを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の光記録再生方法。

【請求項 10】 基板表面にヘッダ部としてのピット列が形成され、データ部として用いられる光記録層が相変化記録層または一回記録型記録層である請求項 1、2、5 または 6 に記載の光記録媒体を再生する際に、前記ヘッダ部に対する再生パワーと前記データ部に対する再生パワーとを異なる値に設定することを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の光記録再生方法。

【請求項 11】 請求項 5 に記載の光記録媒体に記録する際に、最短マーク長を最短スペース長よりも長くするか、または最短マーク長を最短スペース長よりも短くするように、変調方式およびライトストラテジーを設定することを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の光記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光ビームの照射により情報の再生または記録・再生を行う光記録媒体および光記録再生方法に関し、特に高密度化技術に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

光ビームを照射して情報の再生または記録・再生を行う光ディスクメモリは、大容量性、高速アクセス性、媒体可搬性を兼ね備えた記憶装置として音声、画像、計算機データなどの記録再生保存の用途に幅広く実用化されており、今後もその高密度化（大容量化）、高速化などの改良が期待されている。

## 【0003】

光ディスクを高密度化するには、マスタリングレーザの短波長化、装置に搭載する光源（一般的には半導体レーザ）の短波長化、対物レンズの高開口数化（以下、開口数をNAと略記する）、光入射側基板（またはカバー層）の薄板化、マーク長記録、ランドグループ記録、変復調方式の改良など、種々のアプローチがある。

## 【0004】

以上のアプローチの他に、高密度化の効果が大きい技術として媒体膜を利用する再生超解像技術が提案されている。再生超解像技術は、当初、光磁気ディスク（MODと略記）に対して提案された。この再生超解像技術では、記録層に再生層を磁氣的に交換結合または静磁結合させ、再生光照射による加熱と、層間の交換力または静磁力の温度変化を利用し、再生層に再生スポットよりも小さい光学開口を設ける。上記の再生超解像技術は、原理的に層間の磁氣的相互作用を用いるため、MOD特有の高密度化技術と考えられていた。

## 【0005】

その後、再生専用型ディスク（ROM）に対しても、記録層の光入射面側に、再生光照射によって光学定数が非線形変化する超解像再生層を設ける試みが報じられた。この方法は、原理的にMOD、ROMだけでなく、相変化記録媒体（PCD）、色素記録層を代表とする一回書込み型光ディスク（RまたはWO）に適用可能であるため、現在までに非線形光学膜を用いた超解像再生媒体の提案が多数なされている。Super-RENS (super-resolution near-field structure) と称される技術も、この超解像媒体技術の一種である。

## 【0006】



従来の非線形光学膜を用いた超解像再生技術においては、 $Sb$ 、 $Sb_2Te_3$ 、 $Te$ 、 $Ge-Sb-Te$ 、 $AgO_x$ などに代表されるヒートモード系の非線形光学膜と、フォトクロミック系、半導体微粒子分散系などに代表されるフォトンモード系の非線形光学膜とが提案されている。

#### 【0007】

これらの非線形光学膜を用いた従来の超解像再生技術は全て、非線形光学膜単独の光学応答を利用したものであり、再生光照射中に非線形光学膜を常に非線形変化させて、再生スポットサイズを縮小させ再生動作を行っていた。しかし、従来の超解像再生技術では、非線形光学膜に対する負荷が高く、実用的な繰返し再生回数を得ることが困難であった。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、光学限界以下の記録マークの再生を可能にして高密度化を達成できるとともに、繰返し再生回数を増加させることができる光記録媒体を提供することにある。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の一態様に係る光記録媒体は、光記録層と、該光記録層の再生光入射側に設けられた分離層と、該分離層の再生光入射側に設けられ、前記光記録層の状態が記録マークであるかまたはスペースであるかに応じて光吸収率が異なる相変化再生層を有し、再生光の照射により前記相変化再生層の光吸収率が大きい部分に前記光記録層の状態が転写されて転写部が形成され、前記再生層の前記転写部以外の部分は前記転写部と光学的に異なる状態に保持されることを特徴とする。

#### 【0010】

本発明の他の態様に係る光記録媒体は、光記録層と、該光記録層の再生光入射側に設けられた分離層と、該分離層の再生光入射側に設けられ、前記光記録層の状態が記録マークであるかまたはスペースであるかに応じて光吸収率が異なる相変化再生層を有し、再生光の照射により前記相変化再生層の光吸収率が大きい部分に前記光記録層の状態が反転して転写されて反転転写部が形成され、前記再生

層の前記反転転写部以外の部分は前記反転転写部と光学的に異なる状態に保持されることを特徴とする。

#### 【0011】

本発明の他の態様に係る光記録媒体は、表面に光記録層としてのピット列が設けられた透明基板と、該透明基板上に設けられ、前記光記録層の状態が記録マークであるかまたはスペースであるかに応じて光吸収率が異なる相変化再生層とを有し、再生光の照射により前記相変化再生層の光吸収率が大きい部分に前記光記録層の状態が転写されて転写部が形成され、前記再生層の前記転写部以外の部分は前記転写部と光学的に異なる状態に保持されることを特徴とする。

#### 【0012】

本発明のさらに他の態様に係る光記録媒体は、表面に光記録層としてのピット列が設けられた透明基板と、該透明基板上に設けられ、前記光記録層の状態が記録マークであるかまたはスペースであるかに応じて光吸収率が異なる相変化再生層とを有し、再生光の照射により前記相変化再生層の光吸収率が大きい部分に前記光記録層の状態が反転して転写されて反転転写部が形成され、前記再生層の前記反転転写部以外の部分は前記反転転写部と光学的に異なる状態に保持されることを特徴とする。

#### 【0013】

本発明の一態様に係る光記録再生方法は、上記のいずれかの光記録媒体に対して再生光を照射し、再生光の照射により融点または結晶化温度以上に昇温された相変化再生層に記録層の記録マークまたはスペースを転写または反転転写させて転写部または反転転写部を形成し、前記転写部または反転転写部からの反射光を検出して再生を行うことを特徴とする光記録再生方法。

#### 【0014】

本発明に係る光記録再生方法において、前記光源は光記録媒体に対して記録光を照射し、前記記録層に波長および対物レンズの開口数により決まる光学分解能より小さいサイズの記録マーク列を形成できることが好ましい。

#### 【0015】

#### 【発明の実施の形態】

以下、図面および表を参照して、本発明の実施形態を説明する。以下においては、本発明の理解を容易にするために下記のような順序で説明する。(1) 本発明の光記録媒体の基本構成例、(2) 代表的な転写再生原理、(3) 代表的な拡大再生原理、(4) 転写再生プロセスおよび転写拡大再生プロセスの変形例、(5) 記録原理、(6) 本発明の光記録媒体に用いることのできる、各層の膜材料と形成方法の例示、(7) 本発明に係る光記録再生装置の基本構成例。

#### 【0016】

(1) 本発明の光記録媒体の基本構成例

図1(a)は本発明の実施形態に係る光記録媒体の基本構成例を示す断面図、図1(b)は再生光の強度分布を示す図である。

#### 【0017】

図1(a)に示す光記録媒体1は、基板(またはカバー層)11に、第1干渉層12、相変化再生層13、分離層14、光記録層15、第2干渉層16、熱調整層17を積層した構造を有する。光は基板(またはカバー層)11から入射される。このように、光記録層15の光入射側に分離層14を介して相変化再生層13が形成されている。

#### 【0018】

光記録層15は、光照射により記録マークが形成され、情報を記録・保存する機能を持つ。相変化再生層13は、再生時に光記録層15中に形成された記録マーク(または記録マーク間のスペース)を転写させる機能を持つ。図1(a)は、光記録層15に記録マーク15aが形成され、相変化再生層13に光記録層15の記録マーク15aの一部が転写されて転写マーク13aが形成された状態を示している。

#### 【0019】

光記録層15としてROMまたは光磁気記録層以外を採用する場合には、分離層14が設けられる。分離層14は、再生層13と光記録層15が熔融混合または拡散混合するのを防止する機能のほかに、再生層13の反射率と吸収率および光記録層15の吸収率を調整する機能、ならびに再生層13および光記録層15の熱応答を調整する機能を持つ。

**【0020】**

第1干渉層12および第2干渉層16は、再生層の反射率と吸収率および記録層の吸収率を調整する機能、ならびに再生層および記録層の熱応答を調整する機能を持つ。

**【0021】**

熱調整層17は、主に記録層の熱応答を調整する機能を持つほか、再生層と記録層との合計膜厚が薄く熱調整層側に光が透過する場合に光の利用効率を向上する機能（反射機能）を持つ。また、熱調整層17は、第1干渉層、第2干渉層、分離層と同様に、再生層の反射率と吸収率および記録層の吸収率を調整する機能、ならびに再生層および記録層の熱応答を調整する機能をも持つ。

**【0022】**

基板11は、薄膜からなる各層を機械的に保持する機能、および媒体動作環境中の塵埃や媒体操作中に付着する指紋から各層を保護する機能を持つ。また、基板にヘッダ信号、トラッキングガイド用のグルーブをプリフォーマッティングした場合、基板はヘッダ信号（アドレス信号、各種制御信号など）とトラッキング信号を発生する機能も持つ。この場合、通常、基板11上に第1干渉層12から順に図1（a）の上向きに各層が形成される。

**【0023】**

カバー層を用いる場合にも、カバー層は薄膜からなる各層を機械的に保持し、媒体動作環境中の塵埃や媒体操作中に付着する指紋から各層を保護する機能を持つ。カバー層を用いる場合、ヘッダ信号、トラッキング信号は、カバー層にプリフォーマッティングしてもよいし、図1（a）の熱調整層17の上にプリフォーマッティングされた基板（図示せず）を設けてもよい。熱調整層17の上にプリフォーマッティングされた基板を設ける場合には、図示しない基板上に熱調整層17から順に図1（a）の下向きに各層が形成される。

**【0024】**

各構成要素に用いられる材料、厚さ、形成方法については後述の（4）で詳細に述べる。

**【0025】**

図 1 (b) は再生レーザ光の強度分布を示す図であり、 $I$  は光強度、 $x$  はトラック方向の位置を示す。図 1 (b) は、 $x$  軸上の強度を最大強度の  $e E - 2$  として描いている（後述の図 2 (c)、図 5 (c) でも同様）。再生光の強度分布は通常ほぼガウス型分布を呈し、空間的に軸対称である（ $x$  を媒体膜面内方向に  $360^\circ$  回転させても図 1 (b) と同等の分布となる）。

#### 【0026】

(2) 本発明の代表的な転写再生原理

(2-1. 転写再生プロセスの代表例)

図 2 ～図 5 は本発明の転写再生プロセスの代表的な原理を説明するための図である。図 2 ～図 5 では媒体 1 のうち再生層 13、分離層 14、光記録層 15 のみを抽出して描いている。

#### 【0027】

図 2 ～図 5 は、媒体が再生ビームに対して右側から左側に移動する場合を時間の経過に対応して描いている。図 2 は時刻  $t_1$ 、図 3 は時刻  $t_2$ 、図 4 は時刻  $t_3$ 、図 5 は時刻  $t_4$  での状態を示している。時刻  $t_1 \sim t_4$  の内容は以下の通りである。

#### 【0028】

$t_1$  : 再生ビームの中心が記録マークのほぼ中心にある時刻

$t_2$  : 時刻  $t_1$  から媒体が再生ビームに対してマーク長（ほぼスペース長に等しい）のほぼ半分左側に移動した時刻

$t_3, t_4$  : 時刻  $t_2$  から更に媒体が再生ビームに対しマーク長のほぼ半分ずつ左側に移動した時刻

再生トラック上に最密パターンが連続して記録されている場合には、時刻  $t_4$  から更に媒体が再生ビームに対しマーク長のほぼ半分だけ左側に移動すると時刻  $t_1$  と同一の状態に戻り、これを繰返す。本発明の再生転写原理においては、再生トラック上に最密パターンが記録されている場合を説明すれば、最密パターンより長いパターンに対しても、同様の転写再生が可能なことは自明であるため、ここでは最密パターンを再生する場合について述べる。

#### 【0029】

図 2 ～ 図 5 において、縦に並べた (a) ～ (e) が図示している内容は以下の通りである。

【 0 0 3 0 】

(a) は光記録層 1 5 を光入射側とは反対側の面 ((b) の上面側) から見込んだ平面図である。

【 0 0 3 1 】

(b) は媒体主要部の断面図であり、転写動作前の状態を示している。

【 0 0 3 2 】

(c) は再生層 1 3 の温度分布を示す図である。

【 0 0 3 3 】

(d) は媒体主要部の断面図であり、転写動作後の状態を示している。

【 0 0 3 4 】

(e) は転写後の媒体を再生層 1 3 側 ((d) の下面側) から見込んだ平面図である。

【 0 0 3 5 】

各図の (a) および (b) において光記録層 1 5 中のハッチング部は記録マーク 1 5 a を、未ハッチング部はスペースを示す。マークとスペースは同等のサイズの方形状として示している。実際のマーク形状は、記録光ビームのプロファイル (通常ガウス型) とライトストラテジーに依存し、円形、半円形、長円形、矢羽形などになる。ただし、本発明の原理を説明するうえでは記録マークの正確な形状は必要ないので、(a) では方形状で示している。ここで (a) の縦軸と横軸のスケールは一致しているわけではなく、トラックピッチは最短マーク長よりも長く設定することが好ましい。

【 0 0 3 6 】

記録光は一般的には再生光と同一の光学系を用いて媒体に照射されるので、記録光の空間分布は図 1 (b) に示した再生光の空間分布と同一で、強度だけが異なるとみなしてよい。本発明でも、光学系を簡素化するのに最も好ましいのは、記録光と再生光の空間分布が等しい態様である。ただし、記録光の空間分布を再生光の空間分布と異ならせても、本発明を実施できる。特に、記録光の方が再生

光よりもサイズが小さい場合には、再生光の分解能未満のマークとスペースを容易に記録できるため、本発明を実施するには有利になる。

#### 【0037】

図2～図5の(a)は、再生トラック  $t_{r_n}$  とその両側の2つの隣接トラック  $t_{r_{n-1}}$  および  $t_{r_{n+1}}$  という3本のトラックを示している。また、各トラックに同等のサイズのマークとスペースが記録されている様子を示している。光記録層15中のマークとスペースは、たとえば実際のユーザデータの記録時に用いられるランダムデータの最密パターンに相当する。ここで、(b)の断面図は(a)における中央の再生トラック  $t_{r_n}$  をトラック方向に沿って切断した断面図である。なお、(a)では隣接するトラック上のマークが互いに接しているが、実際にはトラック間にもスペースが形成されるのが一般的である。ただし、本発明の原理を説明するうえではトラック間のスペースの記載は必要ないので、トラック間のスペースを省略している。

#### 【0038】

図2(a)中に再生スポットの  $eE-2$  径を破線で示している。実際のスポットはほぼ円形であるが、図2(a)では縦軸と横軸のスケールが違うので、楕円形となっている。図2(a)からわかる通り、再生ビーム中にはトラック方向にもトラック幅方向にも複数のマークとスペースが含まれる。したがって、本発明の相変化再生層がない媒体においては、符号間干渉、クロストークが顕著になり、有意な再生動作ができない。

#### 【0039】

ここで理論的に、再生限界は、再生波長を  $\lambda$ 、対物レンズの開口数を  $NA$  とおく時、 $\lambda / (2NA)$  で与えられる。この再生限界は、最密マーク長と最密スペース長との和がこの値に至ると再生信号振幅が出なくなることを意味する。したがって、再生限界以下のサイズの記録パターン、すなわち、再生分解能以下のサイズのマークとスペースからなる記録パターンは、符号間干渉とクロストークの影響により、有意に再生することが不可能である。ここで、再生レーザスポットのサイズ(中心強度の  $eE-2$  の強度になる部分の直径)は、約  $0.8 \times \lambda / (NA)$  で与えられる。例えば、後述の実施例のように  $\lambda : 413 \text{ nm}$ 、 $NA : 0$

． 65 の光記録再生装置を用いた場合、再生限界は 318 nm、 $eE-2$  径は 500 nm 程度となる。図 2～図 5 の (a)，(b) に示した記録マークおよびスペースのトラック方向の長さおよび隣接トラック間の間隔はおおむね 100 nm であると想定しているので、トラック方向での記録マークとスペースとの長さの合計は約 200 nm となる。この値は再生限界の 318 nm よりもはるかに小さい。したがって、相変化再生層のない従来媒体においては、図 2～図 5 の記録パターンを有意に再生することが不可能である。

#### 【0040】

本発明は、相変化再生層に記録層中のマークまたはスペースのみを転写（理想的には単一のマークまたはスペースのみを転写）して、この転写したマークまたはスペースを再生するので、再生限界未満の記録パターンでも再生を可能にするものである。

#### 【0041】

なお、図 2～図 5 では一見するとトラックピッチが 100 nm 程度に見えるが、前述した通り (a) の縦軸と横軸のスケールが一致していないので、図面上でのトラックピッチは約 200 nm 程度である。しかし、記録時のクロスイレーズ（マークを記録する際に隣接トラック上のマーク端部を消去する現象）を考慮すると、トラックピッチを  $\lambda / (2NA)$  以上に設定するのが好ましく、スポットの全半値幅（FWHM）以上に設定するのがより好ましい。

#### 【0042】

図 2～図 5 の (d)，(e) において光記録層 15 にハッチングした部分はマーク、未ハッチング部はスペース、再生層 13 にハッチングした部分は、再生層に転写された転写マーク 13a である。相変化再生層の初期状態（転写前の状態）は結晶状態としている。

#### 【0043】

図 2～図 5 の (c) は前記した通り、再生光照射時の再生層 13 の概略的な温度分布を示す図である。(c) の破線は、再生光の強度分布に対応する。実際の温度分布は、有限の熱応答時間と媒体の移動によって、媒体移動の下流側（図の右側）に膨らんだ形状をなす。このため厳密には、膜面内方向、膜厚方向への熱



拡散も考慮した熱伝度熱伝導方程式を解いて導出する必要がある。ただし、本発明の基本原理を説明するうえでは、再生層の温度分布を厳密に知る必要はないので、(c) では再生光の強度分布と再生層の吸収率によって決定される再生層の温度分布を示している。

#### 【0044】

本発明では、記録層の状態がマークであるかスペースであるかによって、相変化再生層の吸収率が異なっている点が特徴となっている。本発明は、記録層中のマークまたはスペースが、再生層の吸収率の差によって再生層中に選択的に転写されることを原理として転写再生を実現する。ここでは、転写再生原理の代表例について述べる。

#### 【0045】

図2～図5では、例えば、転写動作前の相変化再生層の吸収率は、記録層の状態がマークである時の吸収率が、記録層の状態がスペースである時の吸収率のほぼ二倍に調整されている。再生層の吸収率は、前記(1)にも記載した通り、図1の第1干渉層12、分離層14、第2干渉層16、熱調整層17、相変化再生層13、光記録層15の材料と形成条件の選択(動作波長に対する複素屈折率の選択)、膜厚によって幅広い範囲で調整することが可能である。また、後述するように、第1干渉層、分離層、第2干渉層、熱調整層などは、異なる屈折率からなる膜材料を積層して構成してもよい。干渉層、分離層中に半吸収性材料の層を設けてもよい。熱調整層中に透明材料の層を設けてもよい。このように層構成と各層材料、膜厚を適正に選択することで、相変化再生層13の吸収率を幅広い範囲で調整することができる。

#### 【0046】

図2～図5に示す代表的な転写再生原理に話を戻すと、前記した通り、転写動作前の相変化再生層の吸収率は、記録層の状態がマークである時に、記録層の状態がスペースである時のほぼ二倍に調整されている。したがって、時刻t1における再生層の温度分布は、転写直前に図2(c)のようになる。すなわち、再生スポット中心が記録マーク中心近傍にある時刻t1においては、相変化再生層の温度は記録マークに対応する部分でのみ高く、スペースに対応する部分では低く

調整することが可能となる。ここでは、再生層の相変化温度を融点 ( $T_{mr}$ ) として説明する。

#### 【0047】

再生層の融点  $T_{mr}$  以上に昇温した部分は溶融し、周囲の結晶状態とは異なる光学応答を持つので、転写再生が可能となる。 $T_{mr}$  の設定は後述するように、再生層の材料、形成方法の選択により幅広く可変である。本発明の効果が最低限発揮されるための  $T_{mr}$  の範囲は、図 2 (c) に記載した  $T_{mr}(\min)$  と  $T_{mr}(\max)$  との間である。 $T_{mr}(\min)$  は再生スポットの  $eE-2$  強度に対応する。 $T_{mr}$  が  $T_{mr}(\min)$  以上であれば、同一トラック上の隣接マーク端部と隣接トラック上のマーク端部は転写しないので、若干でも従来媒体に比較して本発明の作用効果が生じる。一方、 $T_{mr}(\max)$  は再生時の再生層の最高温度に相当する。 $T_{mr}$  が  $T_{mr}(\max)$  にある時、記録層のマークの中心近傍のみが再生層に転写される。この場合、転写マークサイズは記録マークサイズより小さいので、再生信号振幅は低いが、本発明の作用効果を原理的に発現することが可能である。図 2 ~ 図 5 のように記録マークを転写する場合には、 $T_{mr}$  を図 2 (c) 中に  $T_{mr1}$  と  $T_{mr2}$  の間に設定することが好ましい。このように設定すると時刻  $t_1$  において、再生層に記録層中のマークと同一サイズのマークが 1 つだけ転写される。この様子は図 2 (d), (e) に示した通りである。再生スポット自身は記録層中の複数のマークとスペースを含んでいるにも関わらず、再生層に転写されるのは再生ビーム中心にあるマーク 1 つだけとなり、符合間干渉もクロストークもなく、有意に再生動作を行うことができる。

#### 【0048】

図 3 は、時刻  $t_1$  から媒体が再生スポットに対して左側にマークほぼ半分移動し、再生ビーム中心と記録層のマークとスペースの境界部がほぼ一致した時刻  $t_2$  における転写の様子を示す図である。この場合、 $T_{mr}$  を  $T_{mr3}$  以上、 $T_{mr1}$  以下に設定しても、再生層に転写されるのは単一のマークであり、有意な再生が可能となることがわかる。

#### 【0049】

図 4 は、時刻  $t_2$  から更に媒体が左側にほぼマーク半分移動し、再生ビーム中

心と記録層のスペース中心がほぼ一致した時刻  $t_3$  における転写の様子を示す図である。この場合、 $T_{mr}$ を図中の $T_{mr1}$ に設定すれば、再生しようとしているスペースに隣接するマークは全く転写されない。 $T_{mr}$ を $T_{mr2}$ または $T_{mr3}$ に選んだ場合、隣接マークの一部が再生層に転写されるが、転写領域が十分に小さく、再生信号振幅を大きく損ねない場合は、 $T_{mr}$ を $T_{mr1}$ 未満、例えば $T_{mr2}$ または $T_{mr3}$ などに設定しても構わない。この代表例では、最も好ましい $T_{mr}$ の設定は $T_{mr1}$ である。

#### 【0050】

図5は、時刻  $t_3$  から更に媒体が左側にほぼマーク半分だけ移動し、再生ビーム中心と記録層のマークとスペースの境界部がほぼ一致した時刻  $t_4$  における転写の様子を示す図で、実質的に図3と同等である。

#### 【0051】

以上で、本発明における代表的な転写再生原理を説明した。ここで、本発明の実施形態においては、一度転写されたマークまたはスペースが、再生ビームが去った後に転写前の状態に復元することがもう1つの重要な条件となる。この条件が達成されないと、転写マーク列が残存するため、同一トラックを二回目以降は有意に再生できなくなる。ここでは、転写再生後に再生層を転写前の状態に復元するプロセスの代表例について説明する。なお、後述するように復元プロセスにも幾つかの変形例がある。

#### 【0052】

##### (2-2. 転写後の復元プロセスの代表例)

ここでは主に、上述した転写再生プロセスの代表例に即した復元プロセスについて説明する。他の復元プロセスについては、後述の(4)転写再生プロセスおよび転写拡大再生プロセスの変形例において述べる。

#### 【0053】

上述した代表的な転写再生プロセスでは、相変化再生層の初期状態(転写前の状態)が結晶質であり、記録層のマーク部で再生層の吸収率が大きくなり、再生層が $T_{mr}$ 以上に昇温した部分が溶融して溶融部に記録層のマークが転写され、それにより再生層の溶融部の光学応答が非溶融部の光学応答とは大幅に変化して再

生可能となる。

#### 【0054】

上述した転写再生の代表例の場合、転写後の復元とは、溶融転写後に再生ビームが去る過程における再結晶化を意味する。溶融後の再結晶化は、通常の相変化記録技術において公知である。本発明ではこの溶融後の再結晶化を積極的に利用する。

#### 【0055】

図6は転写プロセスにおける再生層の温度 ( $T_r$ ) の時間 ( $t$ ) に対する変化 (温度履歴) の一例を示す図である。図中、 $T_{mr}$ は再生層の融点、 $T_{xr}$ は再生層の結晶化温度、 $t_{xr}$ は転写後の冷却過程において、再生層が結晶化可能な温度帯を通過するのに要する時間である。

#### 【0056】

図7は $T_r$ と再生層における結晶化の頻度関数 ( $\nu_r$ ) の関係を示す図であり、 $G_r$ は結晶成長の頻度関数、 $N_r$ は結晶核生成の頻度関数を各々示す。相変化膜材料の結晶化時間 ( $\tau$ ) は、相変化膜の構成元素、組成、膜厚によって変化することは相変化材料の分野でよく知られている。本発明に係る相変化再生層では、その結晶化時間 ( $\tau_{xr}$ ) を図6における  $t_{xr}$  よりも短く設定する。 $t_{xr}$ は媒体の再生光に対する移動速度 (線速:  $V_l$ )、再生時のストラテジー (通常の再生はD/C的に行う)、媒体の熱応答に依存する。 $V_l$ 、再生ストラテジー、媒体の熱応答を考慮して、熱設計および相変化再生層の材料選択を行えば、 $\tau_{xr} < t_{xr}$ を満たすようにすることが可能である (具体的な材料の例については後述する)。また、再生層が溶融した後の結晶化は $T_{mr}$ 未満、 $T_{xr}$ 以上の温度帯で起こるが、 $T_{mr}$ に近い温度帯では図7に示したように結晶成長が支配的で、 $T_{xr}$ に近い温度帯では結晶核生成が支配的である。 $G_r$ 、 $N_r$ も相変化再生層の構成元素と組成の選択により適切な値に設定することが可能である。

#### 【0057】

また、 $T_{xr}$ が媒体の使用環境温度以下である相変化再生層を選択した場合には、 $t_{xr}$ が $\tau_{xr}$ よりも短くても、次の再生動作までに再生層を初期状態に復元することが可能なことは自明である。

**【 0 0 5 8 】**

このようにすれば、相変化再生層の溶融転写部は、再生レーザが去る過程で再結晶化して転写前の状態に復元する。したがって、図 2 ～図 5 を用いて既に詳述した通りの転写再生プロセスを実現することが可能となる。

**【 0 0 5 9 】****(3) 転写拡大再生プロセスの代表例**

次に、本発明に係る転写拡大再生プロセスの代表例について図面を参照しながら説明する。図 8 および図 9 は本発明の転写拡大再生プロセスの代表的な原理を説明するための図である。これまでの図面と同等の機能を有する部材は同一の符号で示している。

**【 0 0 6 0 】**

図 8 および図 9 も、図 2 ～図 5 と同様に、媒体が再生ビームに対して右側から左側に移動する場合を時間の経過に対応しており、図 8 は時刻  $t_1$ 、図 9 は時刻  $t_3$  に対応している（ $t_1$ 、 $t_3$  の定義も上記と同様である）。

**【 0 0 6 1 】**

また、図 8 および図 9 においても縦に並べた (c) ～ (e) が図示している内容も図 2 ～図 5 の場合と同様である。ここで、(a)，(b) は図 2 ～図 5 の場合と全く同一であるので記載を省略している。すなわち、(c) は転写拡大再生プロセスにおける相変化再生層 1 3 の温度分布、(d) は転写後の媒体断面図、(e) は転写後の媒体を再生層 1 3 側から見込んだ平面図である。

**【 0 0 6 2 】**

転写拡大再生の基本的考え方は、転写時に形成される相変化再生層の膜面内方向の急峻な温度分布を利用することにある。まず、図 8 および図 9 を参照して本発明に係る転写拡大再生の原理を説明する。図 8 (c) においては、記録層中のマークに相当する相変化再生層の中心付近が選択的に昇温し、記録層中のスペースに対応する部分では相変化再生層の温度は低くなる。すなわち図 8 (c) 中に矢印で示したように、相変化再生層の膜面内方向に急峻な熱拡散が発生する。この熱拡散に伴い、相変化再生層中に転写されたマークは膜面内方向に拡散膨張し、図 8 (d)，(e) に示した通り、記録層中のマークサイズよりも大きく拡大

して転写される。

#### 【0063】

本発明において転写拡大再生は必須のプロセスではないが、好ましい態様である。転写拡大再生をしやすくするためには、再生層として熱伝導率の高い材料を用いる、再生層の膜厚を本発明が成立つ範囲でなるべく厚く設定する、膜厚方向への熱伝導を防止して面内方向の熱拡散を助長するために再生層の上下（第1干渉層、分離層）に熱伝導率の低い材料を用いる、などの手段を適用することができる。

#### 【0064】

本発明において、高密度記録再生という効果を顕著にするためには、記録層中に形成されるマークとスペースが再生スポットサイズに比較して小さいほど好ましい。ただし、図2～図5の原理に従って転写再生した場合には、再生スポット中に占めるマークの面積比が小さくなるため、再生信号の振幅の点では不利である（なお、符号間干渉とクロストークをなくして有意な再生を可能にするという効果が得られるのはもちろんである）。これに対して、図8および図9のように、相変化再生層の膜面内方向の急峻な温度分布を利用して転写マークを拡大した場合には、再生信号の振幅が改善されるためより好ましい。

#### 【0065】

図9（c）は、再生スポットが記録層中のスペース中心とほぼ一致した場合の再生層の温度分布を示している。この場合、再生層の熱拡散は図中の矢印で示した方向に働き、一見、再生層に転写されるスペースを短くするように見える。しかし、熱拡散が起こった場合には、最高温度自体は $T_{mr1}$ よりも低下するので、再生層には記録層のスペースに隣接するマークからの転写は全く起こらない。この例でも、相変化再生層の初期状態（転写前の状態）は結晶なので、再生層は時刻 $t_3$ において図9（d）、（e）の状態を示し、信号レベルは図4の場合と同等である。

#### 【0066】

転写拡大再生を更に効果的に実施するためには、最短マーク長を最短スペース長よりも長くするか、または最短マーク長を最短スペース長よりも短くするよう

に、変調方式およびライトストラテジーを設定することが有用である。転写拡大再生の代表例では、最短マーク長を最短スペース長よりも短く設定することが好ましい。

#### 【0067】

図10に、最短マーク長を最短スペース長よりも短く設定した転写拡大再生の一例を示す。図10は図9と同じく、時刻  $t_3$  の状態を示している。記録時の変調方式とライトストラテジーによって、最短マーク長を最短スペース長よりも短く設定することが可能になり、本発明に係る光記録再生装置の1つの特徴となる。この場合、 $T_{mr}$ が図8および図9に示した  $T_{mr1}$ よりも低い  $T_{mr4}$ に設定されていても、スペース長が長いため、スペースを転写再生する際に隣接マークの転写は全く起こらない。

#### 【0068】

また、特に図示はしていないが、 $T_{mr4}$ が図8に示した  $T_{mr2}$ 以上であるならば、時刻  $t_1$ における転写拡大再生プロセスは図8に示したのと全く同様に起こるのは自明である。また、 $T_{mr4}$ の下限が  $T_{mr2}$ というわけではなく、図10においてスペース長がより長く設定されていれば  $T_{mr2}$ 未満でも構わない。

#### 【0069】

図11に、比較例（従来例という意味ではない）の転写拡大再生プロセスを示す。図11も図9と同じく、時刻  $t_3$  の状態を示している。図11では、記録層中のマーク長とスペース長とがほぼ一致し、 $T_{mr}$ が  $T_{mr4}$ である場合を示している。図11(c)中の破線は、再生層の膜面内方向の熱拡散が起こる前の温度分布、実線は熱拡散が起こった後の温度分布を各々示している。この場合、再生層の面内方向に熱拡散が起こる前にも、記録層中の隣接マーク端部が再生層中に転写される。しかし、熱拡散後は転写部が拡大され、スペースの再生レベルがマークの再生レベルにシフトして、再生信号の振幅を低下させる。ただし、スペース再生レベルのシフト量が系統的に許容される範囲であれば、図11のような態様でも本発明の効果を発現し得る。

#### 【0070】

(4) 転写再生プロセスおよび転写拡大再生プロセスの変形例

以上で説明した転写再生プロセスおよび転写拡大再生プロセスの各種変形例を述べる。表 1 は、転写（拡大）再生プロセスの代表例と変形例の条件をまとめて示す表である。表 1 は、相変化再生層の初期状態（転写前の状態）と記録層の状態に応じて転写を定義し、転写（拡大）再生条件を示したものである。

【 0 0 7 1 】



【表 1】

転写 (拡大) 再生プロセスの代表例 (No. 1) と変形例 (No. 2~6)

No.	再生層の 初期状態	記録層の状態		転写	転写 (拡大) 再生の条件例		
		マーク (M)	スペース (S)		マスキング	転写	再生
1	結晶 (c)	$c \rightarrow m$ (a)	$c \rightarrow c$	正	$Rcr (M) \sim Rcr (S)$ または $\phi cr (M) \sim \phi cr (S)$	$Acr (M) \sim Amr (M)$ > $Acr (S)$	$Rmr (M) \neq Rcr (S)$ または $\phi mr (M) \neq \phi cr (S)$
2	同上	$c \rightarrow c$	$c \rightarrow m$ (a)	反転	同上	$Acr (S) \sim Amr (S)$ > $Acr (M)$	$Rmr (S) \neq Rcr (M)$ または $\phi mr (S) \neq \phi cr (M)$
3	同上	$c \rightarrow 粗大c$	$c \rightarrow c$	正	同上	$Acr (M) \sim Ac' r (M)$ > $Acr (S)$	$Rc' r (M) \neq Rcr (S)$ または $\phi c' r (M) \neq \phi cr (S)$
4	同上	$c \rightarrow m$ (a)	$c \rightarrow 粗大c$	反転	同上	$Acr (S) \sim Ac' r (S)$ > $Acr (M)$	$Rc' r (S) \neq Rcr (M)$ または $\phi c' r (S) \neq \phi cr (M)$
5	非晶質 (a)	$a \rightarrow c$	$a \rightarrow a$	反転	$Rar (M) \sim Rar (S)$ または $\phi ar (M) \sim \phi ar (S)$	$Aar (M) \sim Acr (M)$ > $Aar (S)$	$Rcr (M) \neq Rar (S)$ または $\phi cr (M) \neq \phi ar (S)$
6	同上	$a \rightarrow a$	$a \rightarrow c$	正	同上	$Aar (S) \sim Acr (S)$ > $Aar (M)$	$Rcr (S) \neq Rar (M)$ または $\phi cr (S) \neq \phi ar (M)$

## 【0072】

表1に示した転写再生のための諸条件の内容について説明する。マスクングの欄は、転写前の状態において記録層中のマークとスペースが光学的に変調されない（再生光学系から見て実質的に光学変化がない）ための条件である。転写の欄は、相変化再生層に記録層中のマークまたはスペースが選択的に転写される条件である。再生の欄は、相変化再生層に記録層中のマークまたはスペースが選択的に転写された後に、転写部と未転写部が光学的に変調される（再生光学系から見て有意に光学変化がある）条件である。復元の欄は、相変化再生層の転写部が再生ビームの通過後に初期状態に復元する条件である。

## 【0073】

条件を説明する前に、表1中の各条件式に表記される記号の定義を説明する。表1において、 $R$ は再生光学系から見た再生層の反射率、 $\phi$ は再生光学系から見た再生層の位相、 $A$ は再生層の吸収率を表す。各記号の添え字は各々再生層の状態を示し、 $c$ は結晶状態、 $m$ は熔融状態、 $c'$ は粗大結晶状態、 $a$ は非晶質状態を表す。また、全ての記号に付けられている添え字 $r$ は再生層を意味する。表1においては添え字 $r$ を付記する必要はないが、後述の記録層の添え字 $w$ との区別を明確にするために表示している。また、括弧内の記号は記録層の状態を示し、 $M$ はマーク部、 $S$ はスペース部を表す。 $\tau_{xr}$ は再生層の結晶化時間、 $t_{xr}$ は再生層の転写後の冷却過程に結晶化可能温度帯を通過するのに要する時間、 $T_{xr}$ は再生層の結晶化温度、 $T_a$ は媒体の使用環境温度を表す。例えば、 $R_{cr}(M)$ とは、記録層のマーク部 $M$ に対応する再生層 $r$ が結晶状態 $c$ にある時の反射率 $R$ を意味する。

## 【0074】

表1のNo. 1は転写再生プロセスの代表例である。この転写再生プロセスの詳細は既に(2)で述べたので、主として転写再生のための諸条件（主たる条件の例）を説明する。なお、以下においては主に転写再生プロセスを中心に説明するが、再生層における転写部近傍の急峻な温度分布を利用すれば転写拡大再生プロセスは可能なので、(3)で詳述した代表例と同様に、どの変形例においても転写拡大再生プロセスが成立することは自明である。

## 【0075】

既に(2)で詳述した通り、代表例(N o. 1)における転写再生の原理は、記録層のマーク部に対応する相変化再生層の溶融、溶融による未転写部との間の光学変化の発生、再生ビーム通過後の転写部の再結晶化という一連のプロセスである。まず、転写再生前には、記録層中のマークとスペースが光学的に変調されていない(再生光学系から見て実質的に光学変化がない)ことが必要である。すなわち、例えば図2(a)において、再生スポット中に含まれる複数のマークとスペースが、再生ビーム側から見て光学的に同等であることが必要である。マークまたはスペースをマスキングするという意味で、これをマスキング条件と名づけている。

## 【0076】

反射率差再生する場合のマスキング条件は、転写前の再生層のマーク部反射率( $R_{cr}(M)$ )とスペース部反射率( $R_{cr}(S)$ )がほぼ等しいことである。また、位相差再生場合のマスキング条件は、転写前の再生層のマーク部位相( $\phi_{cr}(M)$ )とスペース部位相( $\phi_{cr}(S)$ )がほぼ等しいことである。 $R_{cr}(M)$ と $R_{cr}(S)$ は完全に一致する必要はなく、数%から10%程度の差があってもよい。同様に、 $\phi_{cr}(M)$ と $\phi_{cr}(S)$ の差も数10°程度あってもよい。後述する転写後の反射率差または位相差が大きいほど、転写前の反射率差または位相差の許容量も大きい。

## 【0077】

転写条件は、転写前の再生層のマーク部吸収率( $A_{cr}(M)$ )と、転写後の再生層のマーク部吸収率( $A_{mr}(M)$ )が、転写前後の再生層のスペース部吸収率( $A_{cr}(S)$ )よりも大きいことである。ここで、 $A_{cr}(M)$ が $A_{cr}(S)$ より大きいことが転写の必要条件で、 $A_{mr}(M)$ は必ずしも大きくなくてもよい。ただし溶融転写後に転写部の吸収率が過度に低くなると、転写再生中に溶融部の一部が結晶化して再生信号振幅を低下させる場合もあるので、 $A_{mr}(M)$ も $A_{cr}(S)$ より大きな値に設定されているのが好ましい。ここで、再生層のスペース部の吸収率は転写前後で一致するように記載したが、これは(2)で示した原理からもわかるように、スペース部は転写前後で光学的変化がないためである。ただし、再生ビーム照射に

よる昇温などの他の要因により、転写前後で再生層のスペース部の光学変化（スペース部吸収率、スペース部反射率など）が発生しても本発明は成立する。

#### 【0078】

反射率差再生の再生条件は、転写後の再生層のマーク部反射率（ $R_{mr}(M)$ ）とスペース部反射率（ $R_{cr}(S)$ ）が異なることである。また、位相差再生の再生条件は、転写後の再生層のマーク部位相（ $\phi_{mr}(M)$ ）とスペース部位相（ $\phi_{cr}(S)$ ）が異なることである。 $R_{mr}(M)$ と $R_{cr}(S)$ の差が大きいほど、または $\phi_{mr}(M)$ と $\phi_{cr}(S)$ の差が大きいほど、再生信号振幅が大きいので好ましい。

復元条件については、既に（2-2）で詳述した通りである。

#### 【0079】

次に、変形例の転写（拡大）再生プロセスと条件について順次説明する。表1に示した通り、相変化再生層の初期状態が結晶状態にある場合の転写（拡大）再生の変形例は3つ挙げられ（No. 2～4）、相変化再生層の初期状態が非晶質状態にある場合の変形例は2つ挙げられる（No. 5, 6）。

#### 【0080】

No. 2は、No. 1の場合とは逆に、相変化再生層の吸収率が、記録層のマーク部で小さく、スペース部で大きく調整されている変形例である。この場合、記録層のスペースに対応する部分で相変化再生層の温度が昇温し、マークに対応する部分では昇温が少ない。転写（拡大）再生プロセスの詳細は、転写の態様がNo. 1の代表例とは逆になる（反転転写）以外は、（2）、（3）で詳述したのと同様であり、転写再生の条件も代表例No. 1の場合のマークとスペースを逆転して考えればよいだけなので、詳細な説明は省略する。

#### 【0081】

No. 3は、No. 1の場合と同様に、相変化再生層の吸収率が、記録層のマーク部で小さく、スペース部で大きく調整されているが、転写部が相変化再生層の融点（ $T_{mr}$ ）までは昇温せずに、結晶化温度（ $T_{xr}$ ）以上に昇温する場合である。この場合、相変化再生層の初期状態を微細結晶としておくのがよいが、初期状態の結晶粒径は相変化再生層の材料の選定と初期化条件により制御可能である。相変化膜材料の光学定数が、結晶粒径に依存して変化するのは公知であり、変

形例No. 3と変形例No. 4ではこれを利用する。既に図7に示した通り、相変化再生層の結晶化可能な温度帯中には、 $T_{mr}$ に近い部分に結晶成長の支配的な領域（Gr）が存在する。したがって、転写時の再生層温度が $T_{mr}$ 未満であっても、図7のGrが大きい温度帯に昇温することで、転写部の結晶粒径は大きくなり、光学変化が生じて再生動作が可能となる。この場合、再生層の光学変化は、微結晶と粗大結晶の間の光学定数変化を利用するので、代表例No. 1、変形例No. 2に比較すると、再生信号振幅は小さいが、本発明の本質的な作用効果を得ることは可能である。また、代表例No. 1、変形例No. 2では、転写後の再生層の初期状態への復元は熔融後の再結晶化を利用している。一方、変形例No. 3と変形例No. 4では、転写時に粗大化した結晶部は、再生ビームが去って冷却される過程において、図7に示したように核生成頻度（Nr）の大きい温度帯を通過するので、再度、初期の微結晶に復元することが可能となる。変形例No. 3は記録層のマーク部に対応する相変化再生層が粗大結晶状態になるという意味で、反転転写ともいえる。しかし、記録層のマーク部に対応する相変化再生層の温度が選択的に昇温して光学定数が変化するという意味において、代表例No. 1と同様であるので、正転写と定義している。この変形例No. 3の転写条件は表1に記載した通りであり、詳細な説明は省略する。

#### 【0082】

変形例No. 4は既に一部を上記の変形例No. 3との関連で説明済みである。変形例No. 3と変形例No. 4との関係は、代表例No. 1と変形例No. 2との関係と類似である。すなわち、変形例No. 3では記録層のマーク部に対応する相変化再生層の温度が選択的に昇温して粗大結晶を形成したのに対し、変形例No. 4では記録層のスペース部に対応する相変化再生層の温度が選択的に昇温して粗大結晶を形成する（反転転写）。その後のプロセスは変形例No. 3に準ずる。また、転写再生条件も変形例No. 3のマーク部とスペース部を逆転させるだけでよい。

#### 【0083】

変形例No. 5および変形例No. 6は、相変化再生層の初期状態が非晶質状態の場合である。相変化再生層の初期状態を非晶質化するためには、アズデポの

非晶質状態をそのまま使うか、再結晶化しない程度の高線速で熔融初期化すればよい。これらの変形例も詳細な説明は、代表例 No. 1 と同様であり、前記したように図 1 において、第 1 干渉層、第 2 干渉層、分離層、反射層の構造、材料、形成条件、膜厚を調整することで、相変化再生層が非晶質状態にある時に、記録マークとスペースに応じて、再生層の吸収率変化を設計することが可能である。変形例 No. 5 では、記録マークに対応する相変化再生層の吸収率を選択的に高い値に設定し、再生層を結晶化温度以上かつ融点未満に昇温して転写し、転写部を結晶化する。この場合、記録層のマーク部に対応する相変化再生層の温度が選択的に昇温して光学定数に変化するという意味で代表例 No. 1 と同様であるが、記録層のマーク部が再生層に結晶として転写するので、反転転写と定義している。変形例 No. 6 では変形例 No. 5 とは逆に、記録層のスペースに対応する相変化再生層を選択的に結晶化温度以上に昇温して結晶化し転写再生する（正転写と定義する）。変形例 No. 5, No. 6 では、変形例 No. 3, No. 4 とは異なり、転写部の再生層温度を図 7 で Gr が大きい温度帯にまで昇温する必要は必ずしもなく、Nr が大きい温度帯程度に昇温するだけでもよい。

#### 【0084】

変形例 No. 5, No. 6 の転写再生条件は表 1 に示した通りであり、詳細な説明は省略する。ただし、復元条件だけは、上記した代表例 No. 1 および変形例 No. 2～4 とは異なる。初期状態が非晶質にある再生層に結晶の転写部を形成した場合には、再生ビームが去る時点の冷却過程において、再度、初期の非晶質状態に復元することは不可能である。したがって、変形例 No. 5, No. 6 では、転写（拡大）再生後、再生層を転写前の状況に復元する積極的な手段が必要となる。これは例えば、再生トラックを再結晶化が起こらない程度に速い線速で再び初期非晶質化する手段を挙げることができる。この手段は、記録再生または記録または再生に用いる光ビームの少なくとも一方と同一のビームでもよいし、別のビーム照射手段でもよい。また、後述の記録原理で記載する通り、記録動作中に相変化再生層がマーク形成時でもスペース形成時でも熔融状態にまで昇温する態様があるので、この記録動作を利用して再生層の初期化を行ってもよい。同一トラックの再生動作を連続して複数回行う場合は、一回再生後に再生動作、

記録動作とは別の初期化動作が必要となる。これは、例えば記録再生ビームを用いた2回転動作で行ってもよいし、別ビームの照射によって行ってもよい。

#### 【0085】

変形例No. 5, No. 6では再生層の再初期化手段は必須であるが、表1中のそれ以外の転写拡大再生プロセスでは必須ではない。ただし、転写後の冷却過程における溶融再結晶化（代表例No. 1と変形例No. 2）、または転写後の冷却過程における微結晶化（変形例No. 3, No. 4）が不十分な場合には、変形例No. 5, No. 6の場合と同様に、初期化ビームを照射するなどの積極的な手段を講じても構わない。

#### 【0086】

##### （5）記録原理

次に、本発明に好適な記録原理について代表例を幾つか述べる。本発明の基本概念は転写再生による高密度記録への対応であるが、十分な高密度記録を実現するには記録時に記録マークとスペースを再生分解能以下のサイズで形成できることが好ましい。

#### 【0087】

記録マークとスペースを再生分解能以下のサイズで形成する最も簡単な手段は、記録ビームサイズを再生ビームサイズよりも小さくすること（少なくとも $\lambda$ とNAのいずれかを変えること）である。しかし、この対策は光学系を複雑化してしまう点では好ましくない。

#### 【0088】

記録再生を同一の光学系で行う場合に、記録マークとスペースを再生分解能以下のサイズで形成する最も簡単そうな方法は、 $\Gamma$ 特性（記録パワーに対する信号振幅の立ち上り特性）の立ち上り部を用いる方法（いわゆる筆先記録）である。しかし、この方法は媒体の使用環境温度に対して記録マークとスペースの変動が極めて大きくなるため実用的でない。使用環境温度をモニターして記録パワーを厳密に制御する方法も考えられるが、使用環境温度と記録層の光未照射部の温度とは必ずしも一致しないため、完全な制御は困難である。

#### 【0089】

そこで、記録再生を同一の光学系で行う場合に、記録マークとスペースを再生分解能以下のサイズで安定に形成する手段について、以下に記載する。本発明では記録層については特に制約がなく、相変化記録層、一回記録型記録層、再生専用型記録層から自由に選択することが可能である。以下、記録層の種類ごとに、記録再生ともに同一の光学系を用い、記録マークとスペースを再生分解能以下のサイズで形成する手段について説明する。

#### 【0090】

##### (5-1. 相変化記録層)

相変化再生層の転写後の初期状態への復元の説明（前述の2-2）に示した通り、相変化記録における記録後の冷却過程での再結晶化は公知である。記録層に相変化記録層を用いる場合には、この熔融後の再結晶化現象を利用する。図12は記録過程における記録マーク（非晶質マーク）形成時の、記録層温度（ $T_w$ ）の時間（ $t$ ）に対する変化（温度履歴）を示す図である。 $T_{mw}$ 、 $T_{xw}$ は各々記録層の融点と結晶化温度を表し、 $t_{xw}$ は熔融後の冷却過程において記録層が再結晶化可能な温度領域を通過するのに要する時間を表す。図13は記録層の結晶化の頻度関数（ $\nu_w$ ）と記録層温度（ $T_w$ ）との関係を示す図である。 $G_w$ 、 $N_w$ は各々、記録層の結晶成長の頻度関数、記録層の結晶核生成の頻度関数を表す。

#### 【0091】

$G_w$ 、 $N_w$ は記録層の構成元素と組成、形成方法で制御可能である。 $t_{xw}$ は記録時の線速、記録パワー（ $P_w$ ）、記録のライトストラテジー、媒体の熱応答に依存する。記録層の結晶化時間（ $\tau_w$ ）は $G_w$ 、 $N_w$ によって決まる。ただし、 $\tau_w$ と $t_{xw}$ の関係を適切に設計することによって、記録層中に記録ビームの分解能未満のサイズを有するマークとスペースを形成することが可能である。

#### 【0092】

図14および図15は、記録層中に記録ビームの分解能より小さいサイズのマークとスペースを形成する例を示す図である。図14および図15において、これまでの図面と同等の機能を有する部材は同一の符号で示している。

#### 【0093】

図14は時刻 $t_1$ において記録マーク形成レベル（ $P_w$ ）の記録光が照射され



ている状態を示す。図 15 は時刻  $t_1$  より後の時刻  $t_2$  において結晶スペース形成レベル ( $P_e$ ) の記録光が照射されている状態を示す。図 14 (a) および図 15 (a) は記録過程における媒体断面図である。ハッチングを施している部分は、熔融部または非晶質部である。図 14 (b) および図 15 (b) は記録層の温度分布を示す図である。

#### 【0094】

筆先記録ではなく、 $\Gamma$ 特性でマージンが広い安定な  $P_w$  を選択した場合、記録ビームのほぼ全半値幅 (FWHM) に相当する記録層の部分が熔融する。FWHM 径は、記録波長を  $\lambda$ 、対物レンズの開口数を NA とおくと、おおむね  $\lambda / (2 NA)$  で与えられる。後述する  $\lambda : 413 \text{ nm}$ 、 $NA : 0.65$  では FWHM は約  $330 \text{ nm}$  となる。図 14 (a) において光記録層 15 中のハッチングを施した部分のサイズが FWHM 相当である。図 14 (b) に示すように、再生層 13 の熔融部は記録層 15 の熔融部よりも広い。ただし、再生層 13 の熔融部を記録ビーム通過後に初期状態に復元することは、前述の説明の通りである。

#### 【0095】

記録層 15 では FWHM 程度の領域がいったん熔融するが、記録パワーが  $P_w$  から  $P_e$  に変化した際に、熔融領域の一部を再結晶化することが可能である。図 15 にその様子を示す。時刻  $t_1$  における熔融部を  $M(t_1)$  で示し、時刻  $t_1$  では熔融していたが時刻  $t_2$  では再結晶化する位置を  $X$  で示している。すなわち、図 15 (a) において、時刻  $t_1$  では  $X(t_1)$  の位置にあった熔融部が、媒体の移動によって時刻  $t_2$  には  $X(t_2)$  の位置に移動する。このとき、 $t_2 - t_1$  および  $P_w$ 、 $P_e$  ならびにライトストラテジーが適切に設定されている場合には、 $t_2 - t_1$  の時間帯の間に  $X$  点が再結晶化し、図 15 (a) でハッチングを施した光記録層 15 の部分のみが非晶質のマークとして形成される。 $t_2 - t_1$  の時間帯における  $X$  点の再結晶化は、図 13 に示した  $G_w$  が支配的であっても  $N_w$  が支配的であっても構わない。ただし、従来の報告例によると熔融再結晶化を顕著にするには、 $G_w$  が支配的な場合の方が好ましいとされている。以上が、記録層に相変化記録層を適用した場合の好ましい記録プロセスである。

#### 【0096】

### (5-2. 一回記録型記録層)

一回記録型記録層としては、フタロシアニン系またはアゾ系に代表される有機色素記録層を使ったもの（いわゆるR）と、Ge-Te, Te-C, Te-O<sub>x</sub>, Te-Pd-O<sub>x</sub>などに代表される無機系記録層を使ったもの（いわゆるWOまたはWORM）がある。これらの材料の場合は、(5-1)で説明した相変化記録層の熔融再結晶化といった手段を用いることはできない。これらの材料の場合には、記録ビームを再生ビームより細くするか、筆先記録を使うのがよい。ただし、GeTeのように結晶化時間の極めて長い（結晶化しにくい）相変化系のWORM記録層の場合、記録時の媒体移動速度を遅くするという方法で(5-1)に示した熔融再結晶化を利用することも可能である。

### 【0097】

### (5-3. ROM)

ROMの記録は周知の通り、マスタリングプロセスで行うので、マスタリングに用いる光の波長とNAによって再生限界未満のマーク（プリピット）とスペースを形成するのは比較的容易である。必要に応じて、電子ビームマスタリングを用いれば、光マスタリングよりも更に小さいマークとスペースを記録することができる。また、相変化記録層、光磁気記録層、一回記録型記録層を用いる場合でも、ヘッダ部はROMとして記録するのが一般的なので、この手法はいかなる媒体にも適用可能である。ただし、ヘッダ部およびデータ部の両方で転写拡大再生を最適化するのが困難な場合には、ヘッダ部には再生限界より大きめのマークとスペースを記録しておくのがよい。また、ヘッダ部およびデータ部の両方で転写拡大再生を最適化するのに最適な再生パワーが異なる場合には、ヘッダ部の再生パワーとデータ部の再生パワーを変えるのがよい。この点も本発明に係る光記録再生装置の特徴となっている。

### 【0098】

### (6) 本発明の光記録媒体に好適な各層の材料と形成方法

本発明の光記録媒体に好適な各層の材料と形成方法について例示する。図1の構成にしたがって各層毎に好適な材料例を記載する。記載の順番としては、まず相変化再生層を記載した後、記録層、分離層、第1干渉層、第2干渉層、熱調整

層を記載する。ただし、分離層、第 1、第 2 干渉層の 3 つの層については共通する内容が多いので一括して記載する。

#### 【0099】

##### (6-1. 相変化再生層)

まず相変化再生層に使用可能な材料と形成方法について例示する。

再生層に要求される条件のうち転写再生条件は表 1 および (4) の転写 (拡大) 再生プロセスの変形例で一部説明した通りである。表 1 の条件は、再生層の材料選択にも関係するが、媒体各層の材料 (特に光学定数、熱定数)、膜厚および形成条件の選択にも深く関係する。再生層は、可逆性の相変化を示すこと (復元用ビームを照射する場合も含めて) が要求される。

#### 【0100】

代表例 No. 1 と変形例 No. 2 では、転写部の再生層を溶融するために、たとえば下記のような条件が要求される。

#### 【0101】

(i) 融点 ( $T_{mr}$ ) が適度に低いこと。

#### 【0102】

(ii) 記録時にはかなり高温に加熱されるので、繰返し熱履歴に対する耐性が高いこと (後述するように再生層の面内方向および膜厚方向の熱伝導により異常に温度上昇することはない)。

#### 【0103】

(iii) 転写前後、すなわち結晶状態と溶融状態とで光学変化が大きいこと (この点は媒体各層全体の設計によって大きくできる)。

#### 【0104】

(iv) 復元条件を満たすために、結晶化時間 ( $\tau_{xr}$ ) が短いかまたは  $T_{xr}$  が低いこと (この点は変形例 No. 3, 4 でも同様である)。

#### 【0105】

変形例 No. 3, No. 4 に特有な要求は、転写部の再生層を粗大結晶化するために、結晶化温度 ( $T_{xr}$ ) が適度な値にあること (高すぎなければよい)、微結晶と粗大結晶の光学定数 (複素屈折率) の変化が大きいこと (媒体各層全体の

設計で大きくできる)である。変形例No. 3, No. 4では、記録時の再生層の昇温を代表例No. 1、変形例No. 2よりもかなり低く抑えることが可能なため、繰返し熱履歴に対する耐性への要求は厳しくない。

#### 【0106】

変形例No. 5, No. 6に特有な要求は、変形例No. 3, No. 4の(i)と代表例No. 1、変形例No. 2の(iii)に加え、復元用ビームの照射によって初期の非晶質状態に復元することである。

#### 【0107】

表2に、本発明の相変化再生層として好適な元素の例と、各元素単体の融点を記載する。相変化再生層が可逆性の相変化を起すためには、一般的な相変化記録材料として知られているものと同系統の材料が用いられる。

#### 【0108】

【表2】

相変化再生層構成元素の代表例  
と各元素の融点

元素	融点 (°C)
Zn	420
In	157
Sn	232
Se	220
Bi	271
S	119
Te	450
Sb	631
Ge	959
Ag	962
Pb	328
Ga	30
Rb	39
Tl	303
Cs	29

#### 【0109】

代表的には、Ge-Sb-Te擬似二元合金線 (GeTeとSb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>の2つ

の金属間化合物を結ぶ線) 上の組成、および擬似二元合金線から垂直な方向に  $\pm 10 \text{ at } \%$  程度、好ましくは  $\pm 5 \text{ at } \%$  程度、更に好ましくは  $\pm 2 \text{ at } \%$  程度の範囲内にある組成、特に  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  リッチ側の  $\tau_{\text{xr}}$  が短い組成範囲が挙げられる。また、 $\text{Sb}$  単体と  $\text{Te}$  単体を結ぶ線上の組成、特に  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$  を中心として  $\pm 20 \text{ at } \%$  の範囲内にある組成でもよい。 $\text{Sb}_{70}\text{Te}_{30}$  の共晶組成を中心として  $\pm 20 \text{ at } \%$  の範囲内にある組成でもよい。さらに、これらの組成に  $\text{Ag}$ ,  $\text{In}$ ,  $\text{Ge}$  を  $0 \sim 30 \text{ at } \%$  程度、好ましくは  $2 \sim 20 \text{ at } \%$  程度、添加または置換した組成範囲でもよい。

#### 【0110】

なお、代表例 No. 1, 変形例 No. 2 のように、転写時に相変化再生層を溶解する場合で、特に ROM 以外の記録層を用いる場合には、前記した各種の単体半金属またはカルコゲン系合金中に、表 2 に示した低融点金属、例えば、 $\text{Zn}$ ,  $\text{In}$ ,  $\text{Sn}$ ,  $\text{Se}$ ,  $\text{Bi}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Ga}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Tl}$ ,  $\text{Cs}$  から選ばれる少なくとも 1 種の元素を  $2 \sim 50 \text{ at } \%$  程度、好ましくは  $5 \sim 40 \text{ at } \%$  程度、より好ましくは  $10 \sim 30 \text{ at } \%$  程度、添加または置換した合金を使用することが好ましい。これらの低融点金属を添加すると、転写時の再生層温度を低くし、記録時に再生層の過度な温度上昇を防止するのに有利である。ただし、 $\text{Cs}$  は放射性、 $\text{Tl}$  は毒性、 $\text{Rb}$  は希少性、 $\text{Pb}$  は環境性の点から好ましくない。このため  $T_{\text{mr}}$  を効率的に低くするには、 $\text{In}$ ,  $\text{Sn}$ ,  $\text{Se}$ ,  $\text{Bi}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{Ga}$  から選ばれる少なくとも 1 種の元素を添加することが特に好ましい。 $T_{\text{mr}}$  の範囲は  $150 \sim 450^\circ\text{C}$  程度が好ましく、 $200 \sim 400^\circ\text{C}$  程度がより好ましい。 $\tau_{\text{xr}}$  の範囲は  $T_{\text{xr}}$  が媒体動作温度より高い場合には  $2 \sim 40 \text{ nsec}$  が好ましく、 $2 \sim 20 \text{ nsec}$  がより好ましい。膜厚範囲は  $5 \sim 80 \text{ nm}$  が好ましく、 $10 \sim 50 \text{ nm}$  がより好ましい。各々の最適値は媒体の熱応答 (媒体膜構造の他、線速、パワー、ライストストラテジーなどの装置条件に依存する) に合わせて決定される。

#### 【0111】

記録時の再生層の流動劣化を防止して熱履歴耐性を改善するには、高融点材料として  $\text{W}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{Ta}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{C}$ ,  $\text{Si}$ ,  $\text{Ti}$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Y}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Nb}$ ,  $\text{Tc}$ ,  $\text{Ru}$ ,  $\text{Pd}$ , ランタン系金属、 $\text{Hf}$ ,  $\text{Re}$ ,

Os, Ir, Pt, Auから選択される少なくとも1種の元素を2～20at%、より好ましくは5～10at%程度添加することが好ましい。また、高融点金属材料以外にも、融点が高い酸化物、窒化物、炭化物、硼化物、弗化物を添加してもよい。酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、硼化物、弗化物は、後述する干渉層、分離層の材料としても好適なので、具体的な材料は後に例示する。

#### 【0112】

上記で説明したのは主に代表例No. 1と変形例No. 2に好適な相変化再生層の材料である。変形例No. 3, No. 4の場合、例えばT<sub>mr</sub>は特に制限されず、 $\tau_{xr}$ を代表例No. 1と変形例No. 2よりも短めに設定することが好ましい。変形例No. 5, No. 6の場合、例えばT<sub>mr</sub>は特に制限されず、 $\tau_{xr}$ も特に制限されない。

#### 【0113】

上記したカルコゲン系の相変化膜材料およびそれに低融点金属を添加した相変化膜材料以外に、適度な温度で転写が起こり、転写により光学特性が変化するという条件を満たす相変化再生層の材料候補として、いわゆるSuper-RENSに提案されているAg-O<sub>x</sub> (x: 0.5～1.5)、超解像膜材料として提案されているロイコ系色素、フォトリソミック系有機物（この場合、復元用ビーム照射が必要になる）、フラーレンなどが挙げられる。

#### 【0114】

上記のように、本発明に係る相変化再生層には各種の材料を適用することが可能である。相変化再生層を形成するには、スパッタリング法、蒸着法、スピコート法、CVD法など各種の方法を適用することができる。再生層の光学定数、熱定数、融点、結晶化温度、結晶化時間は、再生層の材料、膜厚の選択に加えて、形成方法の選択、形成条件の選択によっても制御可能である。例えばスパッタリング法を用いてカルコゲン系の相変化再生層を形成する場合、その物理定数をスパッタガス種、ガス圧力、スパッタパワー、陰極降下電圧、スパッタ源と基板との配置関係などによっても制御することが可能である。

#### 【0115】

(6-2. 記録層)

本発明においては、記録原理を詳述した（５）に記載した通り、記録層は特に限定されず、相変化記録層、一回記録型記録層、ROMのいずれでも採用することが可能である。

#### 【0116】

相変化記録層としては、前記した相変化再生層と類似の膜材料を採用できる。ただし、記録層材料の好ましい組成範囲は、再生層とは異なる。

#### 【0117】

相変化記録層への要求としては、（５）に示した原理からわかるように、結晶化時間（ $\tau_{\text{XW}}$ ）が適度であり熔融再結晶化によって記録光の光学限界以下の微細なマークとスペースが記録できること、再生時に再生劣化（非晶質マークの局部結晶化）を起しにくい、すなわち結晶化温度（ $T_{\text{XW}}$ ）が適度に高いこと、および適度な感度を有する、すなわち融点（ $T_{\text{MW}}$ ）と $T_{\text{XW}}$ が適度に低いこと、などが挙げられる。

#### 【0118】

これらの要求を満たす相変化記録層としては、一般的に相変化記録層の材料として知られている材料が用いられる。たとえば、Ge-Sb-Te擬似二元合金線（GeTeと $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ の２つの金属間化合物を結ぶ線）上の組成、および擬似二元合金線に垂直な方向に $\pm 5 \text{ at } \%$ 程度、好ましくは $\pm 2 \text{ at } \%$ 程度の範囲内にある組成、特に比較的GeTeリッチ側で $\tau_{\text{XW}}$ が適当な時間範囲にある組成範囲の材料が挙げられる。また、 $\text{Sb}_{70}\text{Te}_{30}$ の共晶組成を中心として $\pm 20 \text{ at } \%$ の範囲内にある組成に、Ag, In, Geを約 $5 \sim 30 \text{ at } \%$ 、好ましくは約 $10 \sim 20 \text{ at } \%$ 添加または置換した組成範囲が代表的である。

#### 【0119】

記録層材料の再生層材料との違いは、 $\tau_{\text{XW}}$ が再生層より長めに設定され、 $T_{\text{MW}}$ が適度に高いことである。 $\tau_{\text{XW}}$ の好ましい範囲は $5 \sim 100 \text{ nsec}$ 、より好ましくは $10 \sim 50 \text{ nsec}$ である。 $T_{\text{MW}}$ の好ましい範囲は $400 \sim 800^\circ\text{C}$ 、より好ましくは $500 \sim 700^\circ\text{C}$ である。これらの最適値も、相変化再生層の場合と同様に、媒体の熱応答（媒体膜構造の他、線速、パワー、ライトストラテジーなどの装置条件に依存）に合わせて決定される。相変化記録層として好ましい膜

厚範囲は、約 5 ～ 70 nm、より好ましくは約 7 ～ 50 nm である。

#### 【0120】

一回記録型記録層としては、現行の CD-R、DVD-R に採用されているフタロシアニン系またはアゾ系を代表とする色素系の記録層、WORM に採用されるかまたは提案されている  $\text{Te}-\text{C}$ 、 $\text{Te}-\text{O}_x$ 、 $\text{GeTe}$ 、 $\text{Te}-\text{Pd}-\text{O}_x$  などを用いることが可能である。一回記録型記録層を本発明に採用する場合、記録ビームの光学限界未満のマークを記録するのは、再生ビームよりも細い記録ビームを用いるか、記録再生で同一ビームを用いる場合には筆先記録を行うことが好ましい。これは、相変化材料のように熔融再結晶化を利用することが困難なためである。ただし、記録ビームの光学限界に極めて近いサイズのマークとスペースを記録する場合には、再生ビームと別のビームを使用するかまたは筆先記録をする必要はない。このような場合でも、本発明の転写（拡大）再生方式が効果的なことは自明である。また、 $\text{GeTe}$  のように結晶化時間（ $\tau_{\text{xw}}$ ）の極めて長い相変化系の WORM 記録層の場合、記録時の媒体移動速度を遅くするという手段で熔融再結晶化を利用することも可能である。色素材料を用いる場合には記録層厚は 10 ～ 200 nm が好ましく、40 ～ 150 nm がより好ましい。 $\text{Te}-\text{C}$ 、 $\text{Te}-\text{O}_x$ 、 $\text{Te}-\text{Pd}-\text{O}_x$  を用いる場合には記録層の厚さは 5 ～ 100 nm が好ましい。 $\text{GeTe}$  を用いる場合には記録層の厚さは約 5 ～ 70 nm が好ましい。

#### 【0121】

ROM を記録層に用いる場合は（5-3）で既に述べた通りである。ROM の場合には、図 1 に示した本発明の媒体の基本構成とは構成が若干異なるが、これについては後述の実施例で図面を用いて説明する。また、相変化記録層、一回記録型記録層を用いる場合においても、一般的にヘッダ部は ROM と同等の構成を有する。このため、記録可能型の媒体でも、ヘッダ部では ROM ピット列上に図 1 の媒体を形成して用いることになる。ヘッダ部とデータ部で、転写（拡大）再生に好適な媒体構造が異なる場合には、例えばデータ部において媒体構成を最適化し、ヘッダ部では ROM ピット形状（深さ、面方向の形状など）を工夫することによってヘッダ部での転写（拡大）再生を最適化するか、ヘッダ部とデータ部



とで再生パワーを異ならせるか、ヘッダ部はデータ部よりも記録密度を下げてヘッダ部では転写（拡大）再生しなくても十分な再生信号振幅が取れるようにする、などの手段を採用することが例示できる。

#### 【0122】

記録層の形成条件も、スパッタリング法、蒸着法、スピコート法、CVD法など各種の方法を適用することができる。記録層の光学定数、熱定数、融点、結晶化温度、結晶化時間は、記録層の材料、膜厚の選択に加えて、形成方法の選択、形成条件の選択によっても制御可能である。例えばスパッタリング法を用いてカルゴケン系の相変化記録層を形成する場合、その物理定数をスパッタガス種、ガス圧力、スパッタパワー、陰極降下電圧、スパッタ源と基板の配置関係などによっても制御することが可能である。

#### 【0123】

##### （6-3. 分離層、干渉層）

図1における第1干渉層12、分離層14、第2干渉層16には、酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、硼化物、弗化物から選択される少なくとも1種または光学特性（屈折率）の異なる二種以上を選択して用いることができる。また、酸化物、窒化物、炭化物、硫化物、硼化物、弗化物からなる層中に、Ge, Si, Au, Cu, Ag, Alまたはこれらの合金からなる半吸収性材料を積層しても構わない。半吸収性材料を用いる場合、その膜厚は1～20nmが好ましく、1～10nmがより好ましい。

#### 【0124】

第1干渉層12、分離層14、第2干渉層16への要求は、表1に示した転写（拡大）再生条件を満足する光学応答を与えやすくすること、および記録時に適正な光学応答を持たせやすくすることである。これらの要求は、次に示す熱調整層（反射層）の選択にも関係する。

#### 【0125】

分離層と干渉層に用いられる透明干渉材料としては、Al-O, Si-O, Si-N, Si-O-N, Al-N, Al-O-N, Ti-O, Si-C, Zn-O, Zr-O, Ta-O, Ta-O-N, Zn-S, Cr-O, Mo-O, W-

O, V-O, Nb-O, Hf-O, In-O, In-Sn-O, Sn-O, B-N, DLC (ダイヤモンドライクカーボン), a-C (非晶質カーボン), Ca-F, Mg-F, C-H, C-F (C-H, C-Fはプラズマ重合またはスパッタ系有機膜) などから選択される少なくとも1種の化合物が挙げられる。上記の表記におけるハイフンは、各化合物の化学両論組成から $\pm 20 \text{ at } \%$ 程度の範囲内に含まれる化合物が含まれることを意味する。分離層と干渉層の好適な膜厚は、分離層と干渉層の材料、層構成のみだけでなく、再生層、記録層、反射層も含めたオーバーオールな光学設計と熱設計によって決定される。実用的な範囲内で適正な膜厚範囲は、動作波長にも依るが、第1干渉層、第2干渉層については $0 \sim 200 \text{ nm}$ 、好ましくは約 $20 \sim 100 \text{ nm}$ 、分離層については $5 \sim 200 \text{ nm}$ 、好ましくは約 $10 \sim 100 \text{ nm}$ である。

#### 【0126】

分離層と干渉層の形成方法としても、スパッタリング法、蒸着法、スピニング法、CVD法など各種の方法を適用することができる。分離層、干渉層の光学定数、熱定数などは、材料、膜厚の選択に加えて、形成方法の選択、形成条件の選択によっても制御可能である。例えばスパッタリング法を用いて分離層、干渉層を形成する場合、その物理定数をスパッタガス種、ガス圧力、スパッタパワー、陰極降下電圧、スパッタ源と基板の配置関係などによっても制御することが可能である。

#### 【0127】

##### (6-4. 熱調整層)

熱調整層は、第1干渉層、第2干渉層と同様に本発明には必須ではないが、再生層と記録層の合計膜厚が薄く、光を透過させるような場合、光利用効率を改善させ、かつ媒体全体の光学応答を改善するために設けることが好ましい。また、熱調整層は、媒体全体の熱応答を調整する、特に記録層の冷却速度を調整するためにも設けることが好ましい。熱調整層に用いることの可能な材料は、金属および合金であれば特に限定されず、光学応答設計、熱応答設計に従って材料、膜厚、形成方法が最適化される。光利用効率改善と光学応答調整のためには、動作波長に対して反射率の高い膜材料を選択するのが好ましい。赤色波長 ( $> 600 \text{ nm}$ )

m) に対しては、Au, Ag, Al, Cu およびそれらを含む合金から選択される少なくとも 1 種、青色波長 ( $< 500 \text{ nm}$ ) に対しては、Al, Ag およびそれらを含む合金から選択される少なくとも 1 種を用いることが好ましい。また、媒体全体の熱応答調整、特に記録層の冷却速度を調整するためにも、熱伝導率の比較的高い金属または合金が好適である。その他、高熱伝導の化合物、例えば Si-C, Al-N, DLC, BeO などを好適に用いることができる。熱調整層の膜厚は、光学応答、熱応答により最適化されるべきであるが、 $10 \sim 300 \text{ nm}$  が好ましく、 $50 \sim 200 \text{ nm}$  がより好ましい。

#### 【0128】

熱調整層の形成方法も、スパッタリング法、蒸着法、スピコート法、CVD 法など各種の方法を適用することができる。熱干渉層の光学定数、熱定数などは、材料、膜厚の選択に加えて、形成方法の選択、形成条件の選択によっても制御可能である。例えばスパッタリング法を用いて熱調整層を形成する場合、その物理定数をスパッタガス種、ガス圧力、スパッタパワー、陰極降下電圧、スパッタ源と基板の配置関係などによっても制御することが可能である。

#### 【0129】

##### (7) 本発明に係る光記録再生装置の基本構成と特徴

図 16 は本発明に係る光記録再生装置の基本構成を示す図である。101 は本発明の光記録媒体、102 はスピンドルモータ、103 はピックアップヘッド、104 はボイスコイルモータ、105 はプリアンプ、106 は可変利得アンプ (VGA)、107 は A/D 変換回路、108 は線形等価回路、109 はデータ検出回路、110 はデコーダ、111 はドライブコントローラ、112 はインターフェース、113 は機械駆動制御回路、114 はレーザドライバ、115 は変調回路である。

#### 【0130】

媒体 101 は基本的に図 1 と同等の構成を有する。1.2 mm 厚の基板を用いた場合には、熱調整層上に保護コートを形成する。0.6 mm 厚の基板を用いた場合には、熱調整層上に接着層を介して 0.6 mm 厚の対向基板 (図 1 と同等の膜構成で基板単体でもよい) を貼り付ける。1.1 mm 厚の基板を用いた場合は

、図1とは各層の成膜順を逆転して基板上に成膜後、例えば0.1mmの光入射側カバー層を貼り付ける。

#### 【0131】

図16の光記録再生装置を用いて例えば以下の手順で記録再生を行うことが可能である。媒体101は記録装置に装着された状態で、スピンドルモータ102により所定の回転数で回転駆動される。ピックアップヘッド103に内蔵された光源（実用的には半導体レーザ）から出射される光を、媒体に照射して再生または記録再生を行う。

#### 【0132】

再生動作は、媒体からの反射光をピックアップヘッド103に導き、ヘッドに内蔵された光検出素子によって電気信号に変換した後、プリアンプ105、可変利得アンプ106、A/D変換回路107、線形等化回路108、データ検出回路109、デコーダ110を通じて行われる。プリアンプ105と可変利得アンプ106は、光検出器の出力信号を増幅する。A/D変換回路107は、増幅された信号を離散時間の量子化サンプル値であるデジタル信号に変換する。線形等化回路108は、デジタルフィルターの一種である。データ検出回路109は、例えばパーシャルレスポンス（PR）で等化した再生信号波形からデータを検出するマキシマムライクリフッド（ML）で推定する信号処理回路であり、具体的にはビタビデコーダからなる。デコーダ110は、データ検出回路109によって検出された符号ビット列を元の記録データに復元する。

#### 【0133】

スピンドルモータ102とボイスコイルモータ104は、駆動制御回路113を介してドライブコントローラ111によって駆動制御される。

#### 【0134】

データ記録手段は、変調回路115、レーザドライバ114、ピックアップヘッド103からなる。変調回路115は、ドライブコントローラから送出された記録データを所定の符号ビット列に変換する符号化処理を実行する。レーザドライバ114は、変調回路115から出力された符号ビット列に従ったマークとスペースを媒体101の上に記録するようにピックアップヘッド103を駆動する。

。なお、光記録媒体の記録層としてROMを使用する場合は、一連のデータ記録手段を設ける必要は必ずしもなく、データ再生手段だけを有する装置すなわち光再生装置であっても構わない。

#### 【0135】

ドライブコントローラ111は、記録再生装置の主たる制御系であり、インターフェース112を介して、例えばパーソナルコンピュータやAV機器と接続され、記録再生データの転送制御を行う。図16には図示していないが、映像情報の記録再生時には必要な動画圧縮回路、動画伸長回路、およびデータ検出回路109により復調されたデータの誤り訂正処理を行う誤り検出訂正回路も含まれる。媒体101が記録消去可能なものである場合、記録されたデータを消去するための消去光は変調回路115において生成される。例えば、光記録媒体の記録層として相変化記録層を用いた場合、データを消去する信号として、記録パワーレベル( $P_w$ )よりも低い消去パワーレベル( $P_e$ )を有する消去光をDC的またはパルス的に生成する。

#### 【0136】

本発明に係る光記録再生装置の基本構成は、従来の光記録再生装置のそれと類似しているが、本発明に特有の幾つの特徴を有する。装置としての特徴の幾つかはライトストラテジーに関連する。そこでまず、図17を参照してライトストラテジーの一例を示す。

#### 【0137】

図17において、縦軸Pは照射パワー、横軸tは時間である。 $P_w$ 、 $P_e$ 、 $P_r$ 、 $P_{rh}$ は各々、記録パワーレベル、消去パワーレベル、データ部再生レベル、ヘッダ部再生レベルを示している。本発明では変調方式は特に限定されないが、図17には例えば1-7RLまたは1-9RLのように最短マーク長が2Tである場合に2Tマークと4Tマークを記録する例を示している。ここでTはシステムを動作させる最短周期、すなわちクロックの周期である。図17に例示したように、最短マークを記録する際の $P_w$ の照射間隔を $M_{min}$ 、最短スペースを記録する際の $P_e$ の照射間隔を $S_{min}$ と定義する。また、図17において、 $[t1-P_w]$ 、 $[t2-P_e]$ で示した時刻は、それぞれ既に説明した図14および図15の状態をもた

らす時刻に相当する。相変化記録層を用いた場合、 $P_w$ は非晶質マーク形成レベル、 $P_e$ は結晶スペース形成レベルに各々相当する。

#### 【0138】

本発明に係る光記録再生装置の第1の特徴は、データ部再生パワー ( $P_r$ ) のレベルが、相変化再生層をその融点または結晶化温度以上に昇温し、相変化再生層中に記録層のマークまたはスペースを転写し、この転写部を再生するように調整されている点である。

#### 【0139】

周知の通り現行（製品化済み）の相変化記録装置においては、 $P_r$ レベルで相変化膜が相変化する温度まで昇温させることはありえない。一方、超解像技術の提案では、ヒートモードの超解像膜をその相変化温度まで昇温させる  $P_r$ レベルを用いるか、フォトンモードの超解像膜の光学変化が起きるフォトン数に相当する  $P_r$ レベルを用いることは公知である。しかし、超解像再生技術では、後述するように、 $P_r$ レベルで常に超解像膜に相変化または光学変化を起し続ける。

#### 【0140】

これに対して本発明では、 $P_r$ レベルで、記録層のマーク部またはスペース部のどちらか一方に対応する再生層の一部を相変化させる。この点が、従来の超解像媒体との顕著な違いである。

#### 【0141】

本発明に係る光記録再生装置の第2の特徴は、記録光照射により、波長と対物レンズ開口数により決まる光学分解能以下のサイズを有する記録マーク列を形成することである。この点は、第1の特徴がもたらす作用効果を更に明確にするものである。この特徴は、既に記録原理の項で詳述した通りである。相変化再生層のない媒体でも、記録ビームの光学限界未満のサイズを有するマークとスペースを形成することは可能であるが、光照射による再生は不可能である。

#### 【0142】

本発明に係る光記録再生装置の第3の特徴は、再生光照射後に再生層の転写部を、転写前の状態に復元する手段を有することである。前記したように、記録再生とは別の復元用ビームを照射して復元することもできるし、記録再生ビームと

同一のビームで復元することもできる。しかし最も好ましいのは、再生ビームの通過時間（線速）を調整して、再生ビーム通過直後に復元する手段を用いることである。また、図17のストラテジーでは、 $P_r$ または $P_{rh}$ をDC的に照射するように記載しているが、必要に応じて、リード時にもパルス的に光照射を行うとともにそのストラテジーを適正化すれば、転写後の相変化再生層を復元しやすくなる。

#### 【0143】

本発明に係る光記録再生装置の第4の特徴は、光記録媒体の光記録層が相変化記録層または一回記録型記録層である場合に、ヘッダ部の再生パワーとデータ部の再生パワーが異なる値に設定されていることである。これは記録型の記録層を本発明に適用した場合、データ部とヘッダ部とで最適な転写（拡大）再生条件が必ずしも一致しないことに対応するための特徴である。図17に例示した通り、 $P_r$ と $P_{rh}$ を異ならせることによって、データ部でもヘッダ部でも適正な転写（拡大）再生を達成することが容易になる。また、 $P_r$ 、 $P_{rh}$ の少なくとも1つにリードストラテジーを適用すると、ヘッダ部およびデータ部の両方で転写拡大再生の適正化がさらに容易になる。

#### 【0144】

本発明に係る光記録再生装置の第5の特徴は、記録時に最短マーク長が最短スペース長よりも長く設定されるか、または最短マーク長が最短スペース長よりも短く設定されるように、変調方式およびライトストラテジーが設定されていることである。例えば、表1の代表例No. 1の媒体を用いる場合には、最短マーク長が最短スペース長よりも短く設定されている。（3）の転写拡大再生の原理で詳述した通り、この設定は特に拡大プロセスにおいて有効である。図17のストラテジーを例にとると、 $M_{min}$ が $S_{min}$ よりも短く設定され、記録層中の最短マーク長が最短スペース長よりも実質的に短く記録されることに相当する。表1のNo. 1, No. 3, No. 5の媒体のように、マーク部に対応する再生層の部分を選択的に昇温する態様においては、記録層中の最短マーク長を最短スペース長よりも実質的に短く記録することが有用である。表1のNo. 2, No. 4, No. 6のように、スペース部に対応する再生層の部分を選択的に昇温する態様で

は、最短マーク長を最短スペース長よりも長く設定することが有用である。

#### 【0145】

本発明に係る光記録再生装置の第6の特徴は、第2の特徴と第5の特徴の両方を兼ね備えたものであり、分解能（光学限界）以下のマークとスペースを記録する際に、第5の特徴のように最短マークと最短スペースの長さを積極的に異ならせる記録変調方式およびライトストラテジーが採用されていることである。

#### 【0146】

##### 【実施例】

以下、本発明に係る光記録媒体および光記録再生装置の実施例について説明する。「実施例」の欄の説明は、（1）相変化記録層から相変化再生層への転写拡大再生の代表的実施例と各種変形例、（2）一回書込み型記録層から相変化再生層への転写拡大再生の実施例、（3）再生専用記録層から相変化再生層への転写拡大再生の実施例、の順序で記述する。

#### 【0147】

まず、以下の実施例に用いた記録再生用の実験機について説明する。記録再生装置の基本構成は図16と同等であるが、本発明の効果を明確化するために、図16の可変利得アンプ106の出力部にオシロスコープとスペクトラムアナライザーを接続して再生信号波形とCNRを調べた。また、入力データは単一周波数とし、マーク長とスペース長を変えて記録再生を実施した。なお、現時点では短波長で高出力の半導体レーザ（LD）を入手できないので、本実施例では波長413nmのKrイオンレーザを光源として用いた。対物レンズのNAは0.65とした。ただし、本発明は光源波長や対物レンズのNAに制約を受けないことは自明である。すなわち、媒体各層の光学定数を光源波長に対応して設定することにより、波長ごとに最適な媒体を設計することができる。また、現時点では例えば405nmのLDの最大パワーは20mW程度であるが、既に実用化されている波長780nmのCD用LDの最大パワーは数100mWであることから考えて、将来的には本発明に短波長のLDを適用することは十分に可能になると予想される。

#### 【0148】



## (実施例 1)

記録層として相変化記録層を採用した場合の実施例について述べる。まず、単純構造の媒体の光学応答設計例 (1-1) を通して本発明の原理を確認した結果を記載する。次に、光学応答を改良した媒体を用いた光学設計例と試作評価結果 (1-2) を記載する。続いて、表 1 の各種変形例の実施例 (1-3) について記載する。

## 【0149】

## (1-1) 単純構造の媒体の光学応答設計例

代表例 No. 1 と変形例 No. 2 に係わる光学設計結果を示す。以下の材料を用い、図 1 に示した構造を有する媒体を作製した。

## 【0150】

基板 11: ポリカーボネート基板 11

第 1 干渉層 12:  $ZnS-SiO_2$  ( $ZnS: 80\text{at}\%$ )

相変化再生層 13:  $Ge_5(Sb_{70}Te_{30})_{95}$

分離層 14:  $ZnS-SiO_2$  ( $ZnS: 80\text{at}\%$ )

相変化光記録層 15:  $GeSbTe$  (2-2-5 組成)

第 2 干渉層 16:  $ZnS-SiO_2$  ( $ZnS: 80\text{at}\%$ )

熱調整層 17: Ag 合金。

## 【0151】

偏心自転マグネトロンスパッタ法を採用し、スパッタガスとして Ar を用い、ガス圧力を 0.25 Pa、スパッタパワーを干渉層、分離層、熱調整層で 1 kW、再生層、記録層で 250 W とした。

## 【0152】

各層の光学定数は、エリプソメータを用いて実測した結果を用いた。相変化再生層と記録層の光学定数は、成膜したまま (アズデポ) の非晶質状態と結晶化後の二通りについて測定した。ここで、厳密に光学設計するには、再生層の熔融状態の光学定数が必要になるが、一般的に熔融状態と非晶質状態の光学定数はほぼ等しいので、本実施例においてはアズデポの非晶質状態の光学定数を熔融状態の光学定数として用いた。

## 【0153】

相変化再生層 13 と相変化光記録層 15 の膜厚を 10 nm、第 2 干渉層 16 の膜厚を 100 nm、熱調整層 17 の膜厚を 200 nm とし、第 1 干渉層 12 と分離層 14 の膜厚を変えて光学設計を行った（光学設計上、基板 11 の厚みは影響しない）。その結果を図 18（a）および（b）に示す。図 18 の縦軸は分離層の膜厚、横軸は第 1 干渉層の膜厚である。図 18（a）は転写前の再生層の吸収率差を示す等高線（Contour）図である。図 18（b）は転写後の再生層の反射率差を示す等高線（Contour）図である。

## 【0154】

図 18（a）の吸収率差を、表 1 で定義した記号で表すと、 $Acr(S) - Acr(M)$  である。各等高線上の数字が吸収率差を表している。この差が大きいほど、マークとスペースの温度上昇の違いが大きく、本発明が成立しやすいことを意味する。図 18（a）において、負の符号は  $Acr(M)$  の方が  $Acr(S)$  よりも大きい、すなわち記録層のマーク部に対応する再生層の温度がスペース部に対応する再生層の温度よりも高くなることを意味し、代表例 No. 1 の態様に相当する。図 18（a）において、正の符号は逆に  $Acr(M)$  の方が  $Acr(S)$  よりも小さい、すなわち記録層のマーク部に対応する再生層の温度がスペース部に対応する再生層の温度よりも低くなることを意味し、変形例 No. 2 の態様に相当する。図 18（a）からわかるように、本実施例の単純な媒体構造においても、再生層転写前の吸収率をマーク部とスペース部で大きく変化させることができることがわかる。

## 【0155】

図 18（b）の反射率差を、表 1 で定義した記号で表すと、 $Rcr(S) - Rmr(M)$  である。図 18（b）からわかるように、図 18（a）において転写前に比較的大きな吸収率差が得られる膜厚範囲において、比較的大きな  $Rcr(S) - Rmr(M)$  が得られており、本発明の基本原理が成立することが明らかである。

## 【0156】

（1-2）代表例 No. 1 に相当する改良構造の媒体の光学応答と試作評価結果

媒体の基本構造は図 1 と同様であるが、光学応答を（1-1）の媒体よりも改

良した媒体 (A) を作製した。

#### 【0157】

基板 11 として、0.6 mm 厚のヘッダ部とトラッキンググループの設けられたポリカーボネートディスクを用いた。トラックピッチは光ビームの FWHM ( $0.33 \mu\text{m}$ ) より若干広めの  $0.34 \mu\text{m}$  とし、ランド／グループ記録のフォーマットとした。トラックピッチを FWHM よりもやや大きめに設定した理由は、本発明に係る媒体はクロストーク (XT) に対しては極めて効果的だが、記録時のクロスイレーズ (XE) に対しては効果が少ないためである。低 XE の媒体を用いた場合には、トラックピッチをより狭く設定することが可能である。

#### 【0158】

第 1 干渉層 12 には、8 nm の  $\text{ZnS}-\text{SiO}_2$  ( $\text{ZnS}: 80 \text{ at } \%$ )、8 nm の  $\text{TiO}_2$ 、および 5 nm の  $\text{ZnS}-\text{SiO}_2$  ( $\text{ZnS}: 80 \text{ at } \%$ ) を基板側から順次積層したものを用いた。

#### 【0159】

相変化再生層 13 には、 $\text{Ge}_3(\text{Sb}_{70}\text{Te}_{30})_{97}$  に In を  $20 \text{ at } \%$ 、W を  $5 \text{ at } \%$  添加した材料を用い、膜厚を 25 nm とした。In は  $T_{\text{mr}}$  を制御する作用を有し、W は熱履歴耐性を改善する作用を有する。DSC 測定の結果、この相変化再生層の  $T_{\text{xr}}$  は  $100^\circ\text{C}$ 、融点は  $380^\circ\text{C}$  であった。また、スタティックテスターを用いた実験から、結晶化速度を推定した。スタティックテスターは、小片試料に光をパルス的に照射し、パルス強度とパルス時間をパラメータとして相変化速度、特に結晶化速度を推定する装置である。その結果、 $\tau_{\text{xr}}$  は約 5 nsec であることがわかった。

#### 【0160】

分離層 14 には、15 nm の  $\text{ZnS}-\text{SiO}_2$  ( $\text{ZnS}: 80 \text{ at } \%$ )、30 nm の  $\text{SiO}_2$ 、および 20 nm の  $\text{ZnS}-\text{SiO}_2$  ( $\text{ZnS}: 80 \text{ at } \%$ ) を再生層側から順次積層したものを用いた。

#### 【0161】

相変化光記録層 15 には、膜厚 10 nm の  $\text{Ge}_{10}(\text{Sb}_{70}\text{Te}_{30})_{90}$  を用いた。この記録層は、 $T_{\text{xw}}$  が  $220^\circ\text{C}$ 、 $T_{\text{mw}}$  が  $600^\circ\text{C}$ 、 $\tau_{\text{xw}}$  が 20 nsec であっ

た。

#### 【0162】

第2干渉層16には、10nmのZnS-SiO<sub>2</sub> (ZnS:80at%) , 10nmのAlN, および5nmのZnS-SiO<sub>2</sub> (ZnS:80at%) を記録層側から順次積層したものをを用いた。

熱調整層には、膜厚150nmのAg合金を用いた。

各層は(1-1)の媒体と同様にして形成した。この媒体では、干渉層および分離層として屈折率の異なる誘電体を積層した構造を用いている。これは再生層と記録層の吸収率および再生層の転写前後の反射率を最適設計するとともに、記録再生時の熱応答を適正化するためである。各層を成膜した後、相変化再生層と相変化光記録層を一般的なバルクイニシャライザを用いて初期結晶化した。

#### 【0163】

本実施例の媒体について光学設計と実際の試作評価実験を行う前に、まず従来の相変化記録媒体を対象として非晶質化、結晶化および再生のためのパワーの典型値を調べた。この目的は、再生時および記録時における再生層および記録層の温度を推定し、例えば再生劣化(再生動作時の記録層マークの局部結晶化)が起らないようにするためである。

#### 【0164】

比較対象として従来の相変化記録媒体の構成は以下の通りである。すなわち、基板上に、20nmのZnS-SiO<sub>2</sub> (ZnS:80at%) , 50nmのSiO<sub>2</sub>, 8nmのAg合金, および10nmのZnS-SiO<sub>2</sub> (ZnS:80at%) を積層した第1干渉膜、15nm厚のGeTeリッチ擬似二元系GeSbTeからなる記録層、20nm厚のZnS-SiO<sub>2</sub> (ZnS:80at%) からなる第2干渉層、200nm厚のAg合金からなる反射層(熱調整層としても機能)を順次積層した構造を有する。

#### 【0165】

記録層は、T<sub>xw</sub>が220℃、T<sub>mw</sub>が600℃、非晶質状態の吸収率(A<sub>mw</sub>)が0.5、結晶状態の吸収率(A<sub>sw</sub>)が0.6であった。

#### 【0166】

この媒体を波長 4 1 3 nm、NA : 0 . 6 5 の評価機を用い線速 6 m / s で評価し、最適非晶質化パワー、最適結晶化パワー、最適再生パワーを調べた。その結果を表 3 に示す。表 3 における「パワー」の欄は実験で求めた最適パワーである。表 3 における「実効投入パワー」の欄は、実験で求めた最適パワーに吸収率を掛けた値であり、M は非晶質マーク、S は結晶スペースに対応する。この表から、実効投入パワーが 3 . 5 mW の時に最適なサイズのマークを形成できることがわかる。媒体使用時の環境温度を通常の 3 0 °C とすると、実効パワー 3 . 5 mW 投入時に  $T_{mw} - 30 = 570^{\circ}\text{C}$  だけ温度上昇することになる。すなわち実効投入パワー 1 mW あたりで相変化記録膜の温度が約 1 6 3 °C だけ上昇することになる。この結果を参考にして、本実施例 ( 1 - 2 ) の媒体の光学設計と試作評価を行った。

【 0 1 6 7 】

【表 3】

従来の相変化媒体におけるパワーの一例

	パワー (mW)	実効投入パワー (mW)
記録 (非晶質化)	7	3 . 5 (M) , 4 . 2 (S)
消去 (結晶化)	4	2 . 4 (M) , 2 . 4 (S)
再生	0 . 5	0 . 2 5 (M) , 0 . 3 (S)

【 0 1 6 8 】

表 4 に、実施例 ( 1 - 2 ) の媒体を構成する再生層および記録層の光学設計と、再生時および記録時における再生層および記録層の温度を示す。表 4 において、AM は記録層が非晶質マークである時の吸収率、AC は記録層が結晶スペースである時の吸収率、RM は記録層がマークである時の反射率、RS は記録層がスペースである時の反射率、TM は記録層がマークである時の温度、TS は記録層がスペースである時の温度を各々示す。実効投入パワーの欄の M, S は各々記録層がマークである時とスペースである時に対応する。表 4 では、転写拡大のための再生パワー (Pr) を 2 . 8 mW、記録パワー (Pw : 記録層を非晶質化するパワー) を 3 5 mW、消去パワー (Pe : 記録層を結晶化するパワー) を 2 0 mW

に設定した例を示している。

【0169】

【表4】

本発明の光記録媒体における各層吸収率 (A)、再生層反射率 (R)、各層温度 (T) の一例

(4-1) 再生プロセス: 転写前 再生パワー (Pr) = 2.8 mW

	AM	AS	RM	RS	実効投入パワー (mW)		TM (°C)	TS (°C)
					M	S		
記録層	0	0.4	-	-	0	1.12	30	212
相変化再生層	Acr (M) 0.8	Acr (S) 0.4	Rcr (M) 0.2	Rcr (S) 0.2	2.24	1.12	395	212

(4-2) 再生プロセス: 転写後 再生パワー (Pr) = 2.8 mW

	AM	AS	RM	RS	実効投入パワー (mW)		TM (°C)	TS (°C)
					M	S		
記録層	0.1	0.4	-	-	0.28	1.12	76	212
相変化再生層	Amr (M) 0.85	Acr (S) 0.4	Rmr (M) 0.05	Rcr (S) 0.2	2.38	1.12	418	212

(4-3) 記録プロセス 記録パワー (Pw) = 3.5 mW

	AM	AS	RM	RS	実効投入パワー (mW)		TM (°C)	TS (°C)
					M	S		
記録層	0.1	0.15	-	-	3.5	5.25	600	885
相変化再生層	0.85	0.8	0.05	0.05	29.75	28	(4875)	(4590)

(4-4) 消去プロセス 消去パワー (Pe) = 2.0 mW

	AM	AS	RM	RS	実効投入パワー (mW)		TM (°C)	TS (°C)
					M	S		
記録層	0.1	0.15	-	-	2.0	3.0	356	519
相変化再生層	0.85	0.8	0.05	0.05	17.0	16.0	(2799)	(2636)

【0170】

再生層のAM、AS、RM、RSは、転写前にはAcr(M)、Acr(S)、Rcr(M)、Rcr(S)に、転写後にはAmr(M)、Acr(S)、Rmr(M)、Rcr(S)に対応する。  
表4では、マーク (M) またはスペース (S) に対応して、再生層のRと記録層

および再生層のAの和がほぼ1になっている。これは本実施例の媒体では、反射層を有する全反射型であるため媒体全体としての透過率 ( $T_r$ ) が零であることと、記録層、再生層以外には熱調整層のAg合金が若干の吸収を有するが再生層 (25 nm) および記録層 (10 nm) の両層を透過して熱調整層側に透過する光が少ないことによる。

#### 【0171】

表4-1の転写前の状態を見ると、 $A_{cr}(M) > A_{cr}(S)$ であり、代表例No. 1の転写条件を満たすことがわかる。また、 $R_{cr}(M) \sim R_{cr}(S)$ であり、マスキング条件を満たすこともわかる。再生時の実効投入パワーは $P_r \times A$ である。この値に、前記した従来の媒体の実験結果からの推定値である約 $163^\circ\text{C}/\text{mW}$ を掛けて、媒体使用時の環境温度である $30^\circ\text{C}$ を足したものを $T_M$ ,  $T_S$ として記載している。表4-1の再生層の $T_M$ から、転写プロセスの転写前に再生層の温度はその融点 $380^\circ\text{C}$ を超えており、記録層のマークに対応した部分で熔融転写が起こることがわかる。また、記録層の $T_M$ は $30^\circ\text{C}$ に保持されており、再生劣化が起きるおそれは全くない。一方、スペース部の温度 $T_S$ は記録層、再生層ともに $212^\circ\text{C}$ であり、これは記録層の $T_{xw}$ 未満、再生層の $T_{xr}$ 以上である。本実施例の媒体では、再生層の初期状態が結晶なので、再生層の $T_S$ が再生時の $T_{xr}$ 以上であっても全く問題がない。

#### 【0172】

次に、表4-2の転写後の状態に注目する。転写が起きると、マーク部の再生層のみが選択的に熔融して光学定数が変化し、スペース部の再生層は転写前と変化がない。この場合、再生層転写後の $A_{mr}(M)$ は0.85という転写前同様の高い値を示し、転写後も熔融状態が保存されることを意味する。 $A_{mr}(M)$ が転写前の $A_{cr}(M)$ と異なり、記録層のAMが転写前後で異なることに起因して、転写後の $R_{mr}(M)$ は0.05と転写前の $R_{cr}(M)$ から大きく変化し、 $R_{cr}(S)$ と大きな差を示している。このことは転写によって、転写部のみの再生信号振幅が大きく出ることを意味している。転写後の $T_M$ ,  $T_S$ から、再生劣化の問題は全くなく、安定して再生動作が可能であることがわかる。

#### 【0173】

表 4-3 の記録プロセスおよび表 4-4 の消去プロセスにおいて、記録層に非晶質マークを形成する際にも、結晶スペースを形成する際にも、再生層は熔融状態にある。したがって、再生層の AS, RS の値は再生時とは異なる。記録消去時の RM, RS は 5 % 程度であるが、これはフォーカシングサーボ、トラッキングサーボを行ううえでは十分な値であり、実際に評価機で評価する際も問題なくサーボできた。記録時の記録層の温度は非晶質部、結晶部ともに融点  $T_{mw}$  に達しており、オーバーライト記録ができることがわかる。消去時の記録層の温度は非晶質部、結晶部ともに、結晶化度以上融点未満に保持されており、良好な消去率が得られることがわかる。記録消去時の再生層温度の計算による見積もり値は、再生層材料の沸点に近いかそれを超える程度にまで上昇するように見えるが、温度差に比例して熱伝導が促進されるので、現実には再生層温度は表 4-3, 表 4-4 に示したほどには上昇しない。再生層内に形成される面内方向の大きな温度差とそれに伴う熱拡散により、記録消去時には再生層の熔融領域はビーム端部にまで広がると考えられる。この面内方向の熱拡散は、表 4-1, 表 4-2 の転写プロセスでもみられ、再生層の TM と TS の差が再生層面内方向の熱拡散、すなわち本発明の転写拡大再生を起させる。

#### 【0174】

従来から提案されている超解像再生層を用いる光記録媒体においても、記録時の超解像再生層の温度は本発明に係る転写型相変化再生層と同等程度に昇温すると考えられるが、超解像媒体の例では繰返し記録が可能ながことが報じられている。しかし、超解像再生層の場合には記録層がマーク部であるかスペース部であるかに関わらず常に、熔融状態、熱反応状態、または光学変化状態（フォトンモード系の場合）になっているため、繰返し再生の耐性は本発明に比べて格段に低いと考えられる。なぜなら、本発明では再生層が熔融する態様（表 1 中の No. 1, 2）においても、再生時に再生層が熔融するのは記録層のマーク部またはスペース部に対応する部分に限定されるからである。

#### 【0175】

次に、本実施例の媒体を試作し、評価機にて評価した結果を図 19 に示す。転写再生の効果と同時に拡大再生の効果を明確化するために、再生層の厚さを変え



た媒体を幾つか試作した。再生層の厚さに応じて、干渉層および分離層の構造、膜厚なども変化させ、おおむね表4に示したのと同等の応答が得られる媒体に調整した。評価の際に線速を  $6\text{ m/s}$  に設定した。

#### 【0176】

図19の縦軸は再生信号CNR、横軸はマーク長とスペース長との和である。記録再生トラックの両隣接トラック上に、図19の横軸に示すマーク長とスペース長の三倍の単一周波数のパターンを記録した後、記録再生トラックに単一周波数の記録（マーク長～スペース長）を行い、再生信号強度を調べた。予め隣接トラックに記録トラックとは異なる信号を記録した理由は、クロストーク（XT）に対する効果を明確にするためである。

#### 【0177】

図19において、REFは前記した通常の変調記録媒体の再生特性を示している。通常の変調記録媒体を再記すると、基板上に、 $20\text{ nm}$ のZnS-SiO<sub>2</sub>（ZnS：80at%）、 $50\text{ nm}$ のSiO<sub>2</sub>、 $8\text{ nm}$ のAg合金、 $10\text{ nm}$ のZnS-SiO<sub>2</sub>（ZnS：80at%）を積層した第1干渉層、 $15\text{ nm}$ 厚のGeTeリッチ擬似二元系GeSbTeからなる光記録層、 $20\text{ nm}$ 厚のZnS-SiO<sub>2</sub>（ZnS：80at%）からなる第2干渉層、 $200\text{ nm}$ 厚のAg合金反射層を順次積層したものである。

#### 【0178】

図19において、REFは記録トラックに記録された横軸に示すマーク長／スペース長の単一周波数信号のCNR、REF（XT）は隣接トラックからのXT信号のCNRである。従来媒体では、CNRは光学系の再生限界 $\lambda / (2NA)$ （この例では $318\text{ nm}$ ）でほぼ0に低下し、かつトラックピッチ（ $340\text{ nm}$ ）が再生ビームの $eE-2$ 径である $500\text{ nm}$ よりもかなり狭いことに起因してXTが過大であることが明確である。なお、CNRが約 $25\text{ dB}$ 以下に低下すると、オシロスコープ上の再生信号の振幅はほとんど零になったが、アシンメトリーを見ることでオシロスコープによっても信号が記録できていることは確認可能である。アシンメトリーが合うということは、光学限界の倍以上のマークとスペースを記録したときに、再生信号のピークとボトムのほぼ真ん中のレベルに再生

信号が位置していることを意味する。有意な振幅が得られない場合でも、アシンメトリーが合っていれば、例えばPRMLなどの復調手段を用いることでシステム的には成立する。ただし、CNRが20 dB未満では、アシンメトリーが合っていた場合でもシステムを成立させるのは困難である。システムが成立する最低のCNRについてはPRMLのレベル、エラー検出と訂正能力など、復調系に依存するので一意には決められないが、20 dBを例にとると従来の媒体では350 nmが限界といえることができる。また、XTについてはシステム成立の目安は-30 dB（これも復調系に依存する）である。しかし、図19の従来媒体では、再生トラックのCNRと隣接トラックの漏れこみCNRの差は-30 dBに達しておらず、トラックピッチ340 nmではマーク長とスペース長の如何に関わらずシステムは全く成立しないといえる。

#### 【0179】

図19のAおよびBは本発明に係る媒体の記録再生結果である。Aは前記した本実施例の媒体に対する結果、Bは再生層の厚さを15 nmとAの再生層の厚さ（25 nm）より薄くし、それに応じて各層構成と膜厚を調整しておおむね表4に示したのと同等の応答が得られるように設計した本発明の媒体に対する結果を示している。XT信号についてはほとんど0 dBであったため、図には記載していない。これは、図2～図5に示した本発明の転写再生原理と、表4のマスクング効果から十分に予測される結果である。

#### 【0180】

図19のAおよびBでは、マーク長110 nm（マーク長+スペース長で220 nm）まで十分に高いCNRで再生できていることがわかる。マーク長が110 nm未満の場合にはデータを取得していない。これは、記録時に110 nmより短いマークを形成するのが困難だったためである。このことは、記録層の $\tau_{xw}$ が20 nsecであり、線速6 m/sおよびライトストラテジーを考慮すると、図15の記録原理から予測される結果である。すなわち図15のM(t1)（～FWHM）はおおむね330 nmである。線速が6 m/sのとき、光ビームが330 nmの距離を通過するに要する時間は55 nsecとなる。一方、熱解析の結果から、図17のライトストラテジーでは図12の $t_{xw}$ が $\tau_{xw}$ よりも長くなる（再

結晶化する)のに要する距離(時間×線速)は約120nmと予測される。したがって、本実施例における線速、ライトストラテジー、 $\tau_{xw}$ では、記録マーク長の形成限界は110nmとなる。より線速を遅くして再結晶化しやすくするか、ライトストラテジーに更に工夫するか、 $\tau_{xw}$ を更に短くすれば、記録可能なマーク長を更に短くできる。

#### 【0181】

媒体A(再生層の膜厚25nm)と媒体B(再生層の膜厚15nm)を比較すると、再生層の膜厚が比較的厚い媒体Aの方が媒体Bよりも特性が優れている。これは、転写後の拡大再生の効果を正しく表している。すなわち、再生層の膜厚が厚く、再生層の膜面内方向の熱拡散が起き易い媒体Aでは、転写後の拡大が促進されるため、特性が改善されていると考えることができる。

#### 【0182】

媒体A、Bともに、副次的な復元用ビームを用いることなく、同一の記録再生ビームにより繰返し再生および繰返し記録が可能であった。繰返し再生が可能であることは、転写再生後の再生層の復元が実現できたことを意味する。これは本実施例の媒体における $\tau_{xr}$ (5nsec)、リードストラテジー(本実施例ではDCリード)および線速が、再生転写(本実施例では再生層の非晶質化による転写)後の再結晶化を完全に実現できる条件を満たすためである。繰返し記録については、表4に示した記録時の再生層の推定温度から考えると困難に見える。ただし、上述したように、表4の推定温度は単に記録消去パワーに再生層の吸収率を乗じて(実効投入パワー)、REF媒体の実験結果から算出したものに過ぎず、実際には記録時に再生層からの膜面内方向および膜厚方向の熱拡散が促進されるため、記録時の再生層温度は表4に示した値よりもかなり低い(例えば最高到達温度で高々1000℃程度である)。このため、繰返し記録も可能になる。

#### 【0183】

次に、転写後の拡大再生が顕著であった媒体Aを用いて、記録ストラテジーを調整し、最短マーク長を最短スペース長よりも短くした場合について調べた。図19の結果では、最短マーク長と最短スペース長が同等であっても、拡大に伴う隣接マークの転写の問題は全くなかった。これは、図8および図9に示した拡大

再生原理において、媒体 A の  $T_{mr}$  が  $T_{mrl}$  に相当する温度に設定されていたためである。

#### 【0184】

再生パワー ( $P_r$ ) を高くするか、再生層の融点を低下させた場合には、図 11 に示したように、拡大再生時に隣接マークの転写拡大が起こり、信号振幅と C/NR を低下させる。実際に  $P_r$  を前記の 2.8 mW から 3.5 mW に増加させた場合、振幅と C/NR は若干低下した。ここで、 $P_r = 3.5$  mW の場合でも、記録層の非晶質マーク部の温度は  $T_{xw}$  未満に保持されるので、再生劣化の問題はなかった。3.5 mW 再生の場合でも、スペース長をマーク長の 1.2 倍程度に増加させる (図 17 の  $M_{min}$  と  $S_{min}$  を調整する) ライトストラテジーを採用した結果、2.8 mW 再生時と同等の信号振幅と C/NR が得られた。したがって、マーク長が同一の場合には前記実施例と比較して記録密度の面で若干不利になるが、再生パワーマージンを拡張するうえで有利になる。このように最短マーク長と最短スペース長の比率を変える効果が実証された。また、上記では  $P_r$  を変えた例を述べたが、再生層の  $T_{mr}$  を低下させた場合にも同等の効果が得られることは自明である。

#### 【0185】

以上で、本発明に係る相変化記録層を有し転写拡大再生を行う代表例 (表 1 の No. 1) の光記録媒体および本発明に係る光記録再生装置による記録再生方法について詳述した。

#### 【0186】

(1-3) 相変化記録層を用いた場合の各種変形例の実施例

表 1 の変形例 (No. 2-6) について説明する。

#### 【0187】

[変形例 No. 2]

表 1 に示したように、変形例 No. 2 は代表例 No. 1 とは転写が反転した関係にある。すなわち、変形例 No. 2 では記録層のスペース部に対応する再生層の吸収率が高く調整されており、スペースに対応する再生層の部分が選択的に溶解する。実施例 (1-1) において図 18 を参照して既に説明したように、 $A_{cr}$

(S) - Acr(M) が+になる設計が成立つことから、変形例 No. 2 の実施態様が容易に実現可能であることがわかる。

#### 【0188】

具体的には、第1干渉層12、再生層13、光記録層15、第2干渉層16、熱調整層17を実施例(1-2)の媒体と同等とし、分離層14として5nmの  $ZnS-SiO_2$  ( $ZnS:80at\%$ )、20nmの  $SiO_2$ 、5nmの  $ZnS-SiO_2$  ( $ZnS:80at\%$ ) を再生層側から順次積層した構造の媒体が考えられる。このような媒体では、表4におけるAMとASをほぼ逆転させることが可能である。この場合、再生時の記録マークの温度は実施例(1-2)の媒体より高くなるが、 $T_{xw}$ 未満に保持されており再生劣化の問題はない。また、図19と同等の効果が得られた。

#### 【0189】

[変形例 No. 3, No. 4]

変形例 No. 3, No. 4 は転写部の再生層に粗大結晶を形成する例である。これらの変形例は、代表例 No. 1 および変形例 No. 2 において、再生パワーを低くすることで実施可能である。ただし、粗大結晶と初期微結晶との光学応答の差が大きい再生層を用いることが好ましい。

#### 【0190】

このような再生層としては、前記した代表例 No. 1 と同じ再生層、すなわち  $Ge_3(Sb_{70}Te_{30})_{97}$  に  $Tmr$  を制御するための  $In$  を  $20at\%$  添加し、熱履歴耐性を改善するための  $W$  を  $5at\%$  添加したものを用いることも可能である。この他、「発明の実施の形態」の欄(6)で述べた相変化再生層材料も全て適用可能である。また、干渉層、分離層、熱調整層も含めたオーバーオールな光学設計により、初期微結晶と転写された粗大結晶との反射率差を大きくすることが可能である。

#### 【0191】

再生層が粗大結晶状態にある時の吸収率を  $Ac'r(M)$ 、 $Ac'r(S)$ 、反射率を  $Rc'r(M)$ 、 $Rc'r(S)$  とおき、表4と同等の設計を行うと、表4-2の  $Amr(M)$ 、 $Rmr(M)$  に対応する値を  $Ac'r(M)=0.78$ 、 $Rc'r(M)=0.12$  とすることができる。

。また、層構成を前記した代表例 No. 1 の実施例と変形例 No. 2 の関係のように変えれば、表 4-2 の Ac'r(S), Rc'r(S) を上記のように設定することが可能である。

### 【0192】

代表例 No. 1 のように転写後の再生層を熔融状態と結晶状態に変調する場合に比較して、変形例 No. 3, No. 4 では転写後の反射率変化は小さいが、本発明の作用効果を発現できることが明らかになった。実施例 (1-2) (代表例) の場合は転写時の再生パワーが 2.8 mW 程度であったが、本実施例では転写時の再生層温度を  $T_{mr}$  以上にする必要はなく、低パワー再生が可能である。例えば実施例 (1-2) と同じ再生層を用いた場合、 $T_{xr}$  は 100℃、 $T_{mr}$  は 380℃なので、転写時の再生層の温度を最低 100℃以上にすればよい。粗大結晶化するうえでは、図 7 を参照して例えば 200℃程度に加熱するのが好ましい。再生層を 200℃に昇温するのに要する再生パワーは 1 mW 程度でよい。本実施例は、再生パワーを低く設定でき、それによって再生パワーマージンを広くできる点、および再生劣化を抑制できる点で好ましいことがわかる。記録再生試験の結果、図 19 に比較して CNR が低かったもののシステムの成立する範囲であり、かつ代表例 No. 1、変形例 No. 2 と同等の記録密度の改善効果が得られた。

### 【0193】

[変形例 No. 5, No. 6]

変形例 No. 5, No. 6 は相変化再生層の初期状態が非晶質状態の場合である。この場合、転写は記録マークに対応する再生層部を結晶化する (変形例 No. 5) か、逆に記録スペースに対応する再生層部を結晶化する (変形例 No. 6) かである。媒体の初期化は、前記した代表例 No. 1、変形例 No. 2~4 と同様にバルクイニシャライザを用いて実施することが可能である。例えば、まず記録層、再生層ともに初期結晶化した後、初期化条件を変えて再生層のみを非晶質化する手段を適用することが可能である。また、カバー層入射系の媒体のように、基板に近い側に記録層が配される場合には、記録層形成後または分離層形成後に記録層を初期結晶化し、その後、再生層を形成し再生層はアズデポ非晶質の

ままとしてもよい。

#### 【0194】

変形例 No. 5, No. 6 では、転写部は単に結晶化すればよいので、図 7 の  $N_r$  が大きい温度帯まで昇温するだけでよい。再生層として実施例 (1-2) と同等の  $T_{xr}$  を有するものを用いる場合、転写再生に必要な再生層温度は 120℃ 程度、パワーは 0.5~0.6 mW 程度でよい。本実施例は、前記した変形例 No. 3, No. 4 よりも更に再生パワーを低く設定でき、それにより再生パワーマージンを広くできる点、および再生劣化を抑制できる点で好ましい。また、転写後の再生層は非晶質と結晶に変調されるので、代表例 No. 1、変形例 No. 2 と同等の高い再生信号振幅を得ることが可能である。

#### 【0195】

ただし前述した通り、転写により結晶化した部分は再生ビーム通過後もそのままの状態に残り、代表例 No. 1、変形例 No. 2 の熔融再結晶化、または変形例 No. 3, No. 4 の粗大結晶化後の微結晶化などのプロセスは採用できない。このため、再生層を初期の非晶質状態に復元するための二回転動作または記録再生ビームとは異なる復元用ビームの採用が必要である。転写再生の次の回転時に、記録再生用ビームのパワー、線速を調整して再生層を初期の非晶質状態に復元し、次の再生動作を行うというやり方で記録再生試験を行った結果、図 19 と同等の効果を得ることができた。

#### 【0196】

##### (2) 一回記録型記録層を用いた実施例

一回記録型記録層には、「発明の実施の形態」の欄 (6) に記載した膜材料を採用できる。この実施例では、フタロシアニン系色素からなる記録層を用いた。一回記録消去不能型の記録層、特に本実施例の色素系記録膜を用いた場合、記録光の光学限界未満のマークを記録するために相変化記録層のような熔融再結晶化プロセスを利用することはできない。そこで、図 1 において熱調整層に熱伝導率の低い材料を用いた媒体、または熱調整層を形成しない媒体を用い、 $\Gamma$  特性を緩慢にさせて  $\Gamma$  特性の立ち上り部で記録するようにした。 $\Gamma$  特性の飽和領域の記録パワーを用いる場合に比べれば、 $\Gamma$  特性の立ち上りを緩慢にしたとしても、記録

パワーの変動または環境温度の変動に対するマークとスペースの変動が大きい。そこで、記録再生評価機の温度管理をしながら実験を行った。再生層としては、実施例(1-2)と同等のものをを用い、記録層の記録前後の光学定数に合わせて第1干渉層、分離層、第2干渉層の構成と膜材料を調整した。 $\Gamma$ 特性を緩慢にする目的で熱調整層を設けていない。記録層の膜厚は記録感度を高め、再生信号振幅を大きくするために100nmとした。おおむね表4と同等の光学応答特性を得ることができた。また、試作評価の結果、図19よりCNRは低かったものの、システムが成立する範囲内であり、かつ図19とほぼ同等の高密度記録再生を達成できた。

### 【0197】

#### (3) 記録層にROMを用いた実施例

ROMへの適用は、記録可能型媒体のヘッダ部への適用と類似の構成となる。図20に記録層にROMを用いた場合の典型的な媒体構造例を示す。図20においても、これまでの図面と同等の機能を有する部材には、同一の符号を用いている。図20において、ROM基板11の表面にプリピット列15(記録層に相当)が設けられ、その上に第1干渉層12、相変化再生層13、第2干渉層16、熱調整層17が形成されている。図1との違いは、記録層が基板11表面の凹凸からなる記録面になっていること、および分離層がないことである。情報の記録、すなわち基板11表面への凹凸ピット列の形成は、通常のマスタリングプロセス、スタンパープロセス、インジェクションプロセスを経て実施できる。本発明の効果を顕著にするには、再生用光の光学限界以下のサイズを有するピット列を形成する。これはマスタリング工程において、266nmのDUV光を用いるかまたはEBを用いるなどの方法で実現可能である。図20において、第1、第2の干渉層は必ずしも必要ではないが、本発明の転写拡大再生に好適な光学応答を得るうえでは設けることが好ましい。

### 【0198】

通常のROMは、ピット列を設けた基板上に高反射率層を設けた構造を有し、ピットの深さを $\lambda/4$ 程度に調整して反射率差再生または位相差再生を行う。一方、本発明をROMに適用する場合には、相変化再生層の光学応答が適正になる



ように、ピット深さが設定される。本発明に係るROMの場合、ピット深さは第1周期において $\lambda/12 \sim \lambda/2$ の範囲にある。第1周期と書いたのは、この深さに $\lambda/2$ を加えると同等の光学応答になることを意味する。

#### 【0199】

本実施例では、相変化再生層として前記した実施例(1-2)と同等のものをを用いた。ピットの深さは $\lambda/6$ すなわち70nm程度とし、第1干渉層、第2干渉層、熱調整層の構成、膜厚を調整した。表5および表6に、光学設計の2つの例を示す。表5は熱調整層の吸収率変化を利用する例、表6は媒体の透過率変化を利用する例である。ROMの場合には記録層がピット列であるため、図1の記録型媒体と異なり、転写前後で記録層の吸収率、反射率を変えることはできない。そこで、転写前後での熱調整層の吸収率の変化を利用する例(表5)と、熱調整層の厚さを薄くして(例えば50nm以下、より好ましくは25nm以下)媒体全体で透過性を持たせ、その透過率を転写前後で変化させる例(表6)を実施した。これら以外にピット列そのものを利用して転写前後の光学変化を起すことも可能である。例えば、ピット面の上の第1干渉層中に半吸収性の膜を配置し、その半吸収性の膜の反射率、透過率、吸収率を転写前後で変化させてもよい。

#### 【0200】

【表 5】

本発明の光記録媒体（ROM）における各層吸収率（A）、再生層反射率（R）、各層温度（T）の一例  
熱調整層の吸収率を利用する例

(5-1) 再生プロセス：転写前 再生パワー（Pr）= 4 mW

	AM	AS	RM	RS	実効投入パワー (mW)		TM (°C)	TS (°C)
					M	S		
相変化再生層	Acr (M) 0.5	Acr (S) 0.2	Rcr (M) 0.3	Rcr (S) 0.3	2.0	0.8	356	160
熱調整層	0.2	0.5	-	-	0.8	2.0	95	193

(5-2) 再生プロセス：転写後 再生パワー（Pr）= 4 mW

	AM	AS	RM	RS	実効投入パワー (mW)		TM (°C)	TS (°C)
					M	S		
相変化再生層	Amr (M) 0.65	Acr (S) 0.2	Rmr (M) 0	Rcr (S) 0.3	2.6	0.8	453	160
熱調整層	0.35	0.5	-	-	1.4	2.0	144	193

【0 2 0 1】

【表 6】

本発明の光記録媒体（ROM）における各層吸収率（A）、再生層反射率（R）、各層温度（T）の一例  
媒体の透過率（TR）を利用する例

（6-1）再生プロセス：転写前 再生パワー（Pr）= 4 mW

	AM	AS	RM	RS	TrM	TrS	実効投入パワー（mW）		TM（℃）	TS（℃）
							M	S		
相変化再生層	0.5	0.2	0.4	0.4	-	-	2.0	0.8	356	160
媒体透過率	-	-	-	-	0.1	0.4	-	-	-	-

（6-2）再生プロセス：転写後 再生パワー（Pr）= 4 mW

	AM	AS	RM	RS	TrM	TrS	実効投入パワー（mW）		TM（℃）	TS（℃）
							M	S		
相変化再生層	0.65	0.2	0.05	0.4	-	-	2.6	0.8	453	160
媒体透過率	-	-	-	-	0.3	0.4	-	-	-	-

【0202】

表5および表6から明らかなように、本発明をROMに適用した場合でも実施可能であることがわかる。再生実験の結果、図19より高いCNRで図19と同

等の高密度化効果が得られた。マスタリングをEBで実施した場合には、図19よりも更に短いマーク（ピット）でも十分なCNRで再生可能である。

#### 【0203】

以上の実施例では、主に片面単層媒体に本発明を適用した例を記載したが、本発明は片面単層に限定されず、片面多層媒体にも適用可能なことは自明である。片面多層媒体の場合、各層、特に相変化再生層、記録層、熱調整層など吸収性膜材料の膜厚の最適値は、本発明の実施例で記載した値よりも薄い値とするのが好ましい。

#### 【0204】

また、本発明を記録型媒体に適用して記録再生実験を行った実施例では波長413nmのKrイオンレーザを使用した。本発明では光源の波長は限定されない。波長に応じた媒体各層の光学定数に合わせて光学設計を行うことにより、本発明を実施できる。また、実施例ではNAが0.65である対物レンズを用いたが、本発明が対物レンズのNAに依存しないことは自明である。本発明は、SIL記録再生系、プローブ記録再生系などの近接記録系にも適用可能である。

#### 【0205】

##### 【発明の効果】

以上詳述したように本発明に係る光記録媒体と光記録再生装置を用いれば、光学限界以下のマークを実用的な再生信号品質で再生することができるので線密度を格段に向上でき、隣接トラックからのクロストークも大幅に低減化できるのでトラック密度も格段に向上することが可能となり、結果的に大幅な記録密度、記憶容量の改善ができる。また、従来の超解像再生層を有する媒体に比較して、繰返し再生耐性を大幅に改善することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態に係る光記録媒体の断面図、および再生光の強度分布を示す図。

【図2】 本発明の実施形態に係る転写再生原理を説明するための図。

【図3】 本発明の実施形態に係る転写再生原理を説明するための図。

【図4】 本発明の実施形態に係る転写再生原理を説明するための図。

【図 5】 本発明の実施形態に係る転写再生原理を説明するための図。

【図 6】 本発明の実施形態に係る相変化再生層の転写プロセスにおける温度履歴の一例を示す図。

【図 7】 本発明の実施形態に係る相変化再生層における結晶成長の頻度関数と結晶核生成の頻度関数の一例を示す図。

【図 8】 本発明の実施形態に係る転写拡大再生原理を説明するための図。

【図 9】 本発明の実施形態に係る転写拡大再生原理を説明するための図。

【図 10】 本発明の実施形態に係る転写拡大再生原理を説明するための図。

。

【図 11】 本発明の実施形態に係る転写拡大再生原理を説明するための図。

。

【図 12】 本発明の実施形態に係る記録層の温度履歴の一例を示す図。

【図 13】 本発明の実施形態に係る記録層の結晶成長の頻度関数と結晶核生成の頻度関数の一例を示す図。

【図 14】 本発明の実施形態に係る記録原理を説明するための図。

【図 15】 本発明の実施形態に係る記録原理を説明するための図。

【図 16】 本発明の実施形態に係る光記録再生装置の構成例を示す図。

【図 17】 本発明の実施形態に係る光記録再生装置による光照射ストラテジーの一例を示す図。

【図 18】 実施例で用いた再生層について、転写前の吸収率差および転写後の反射率差を示す図。

【図 19】 実施例の相変化光記録媒体におけるマーク長＋スペース長と C/N R との関係を示す図。

【図 20】 実施例における R O M 媒体を示す断面図。

【符号の説明】

11…基板（またはカバー層）、12…第1干渉層、12…相変化再生層、

14…分離層、15…光記録層、15…第2干渉層、17…熱調整層、

101…光記録媒体、102…スピンドルモータ、

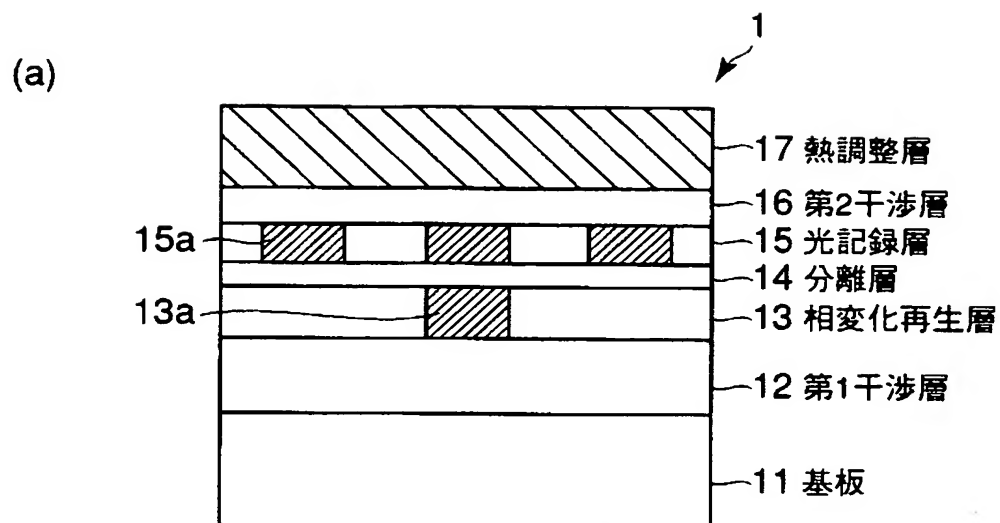
103…ピックアップヘッド、104…ボイスコイルモータ、

1 0 5…プリアンプ、1 0 6…可変利得アンプ（V G A）、  
1 0 7…A／D変換回路、1 0 8…線形等価回路、1 0 9…データ検出回路、  
1 1 0…デコーダ、1 1 1…ドライブコントローラ、  
1 1 2…インターフェース、1 1 3…機械駆動制御回路、  
1 1 4…レーザドライバ、1 1 5…変調回路。

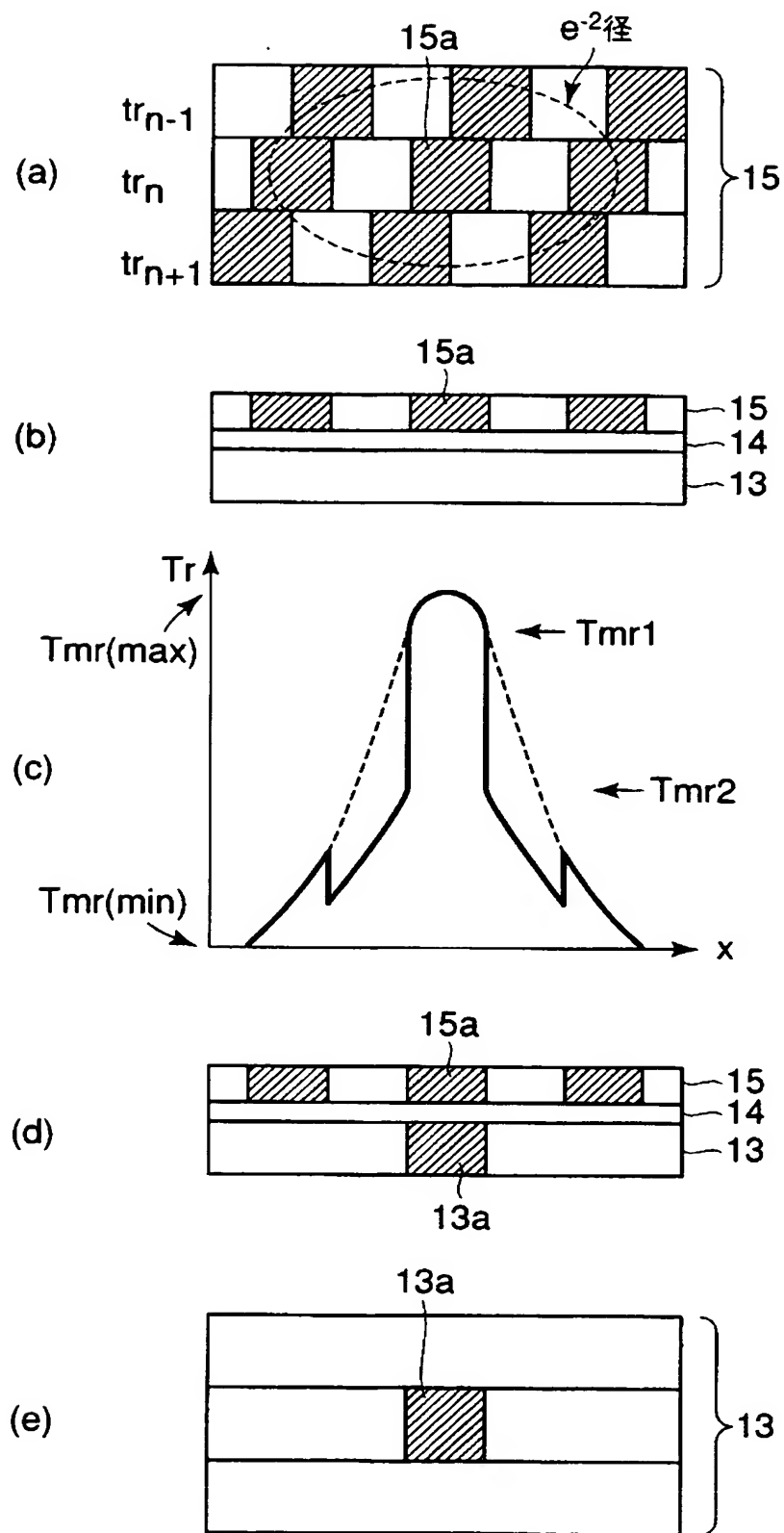
【書類名】

図面

【図 1】

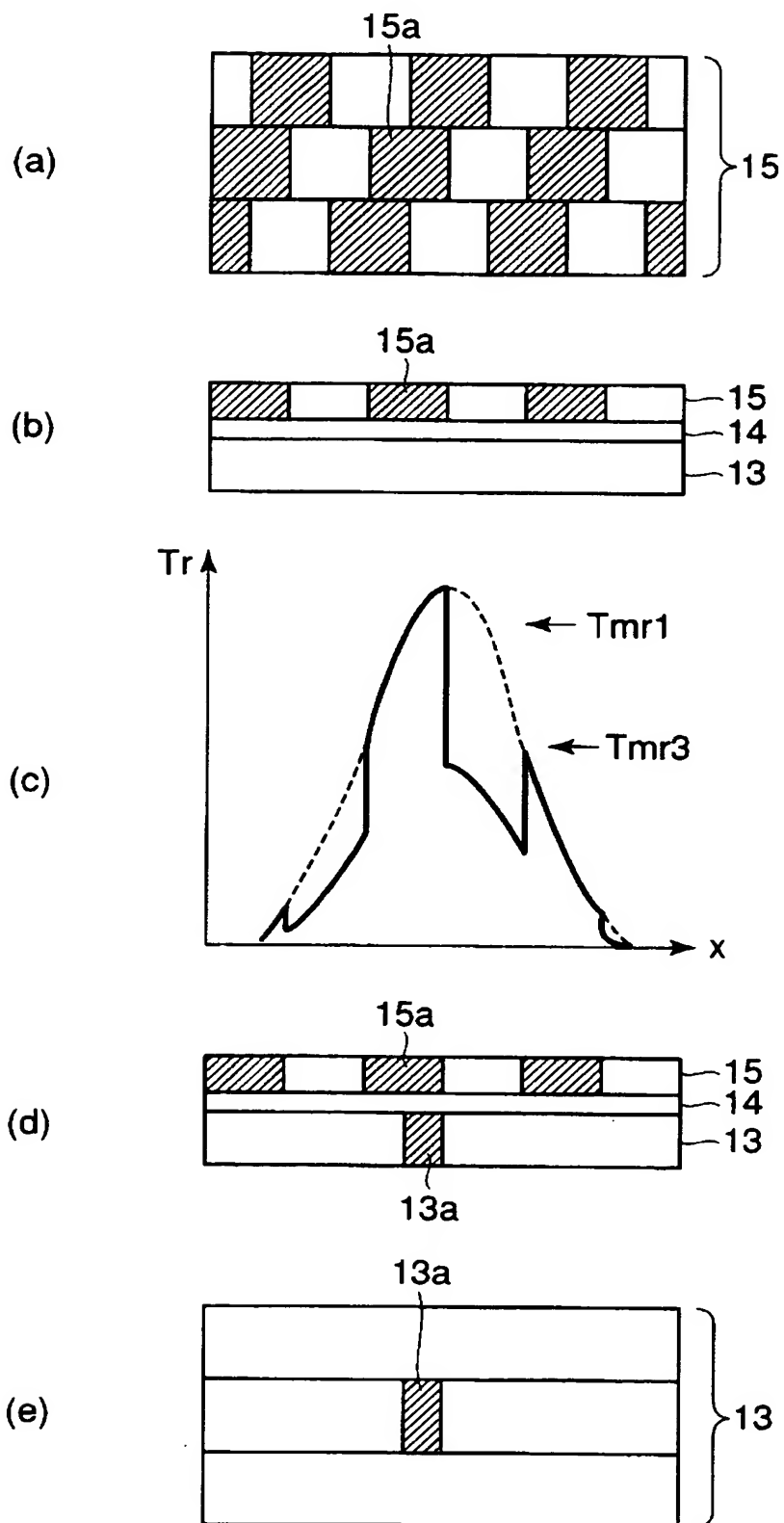


【図 2】

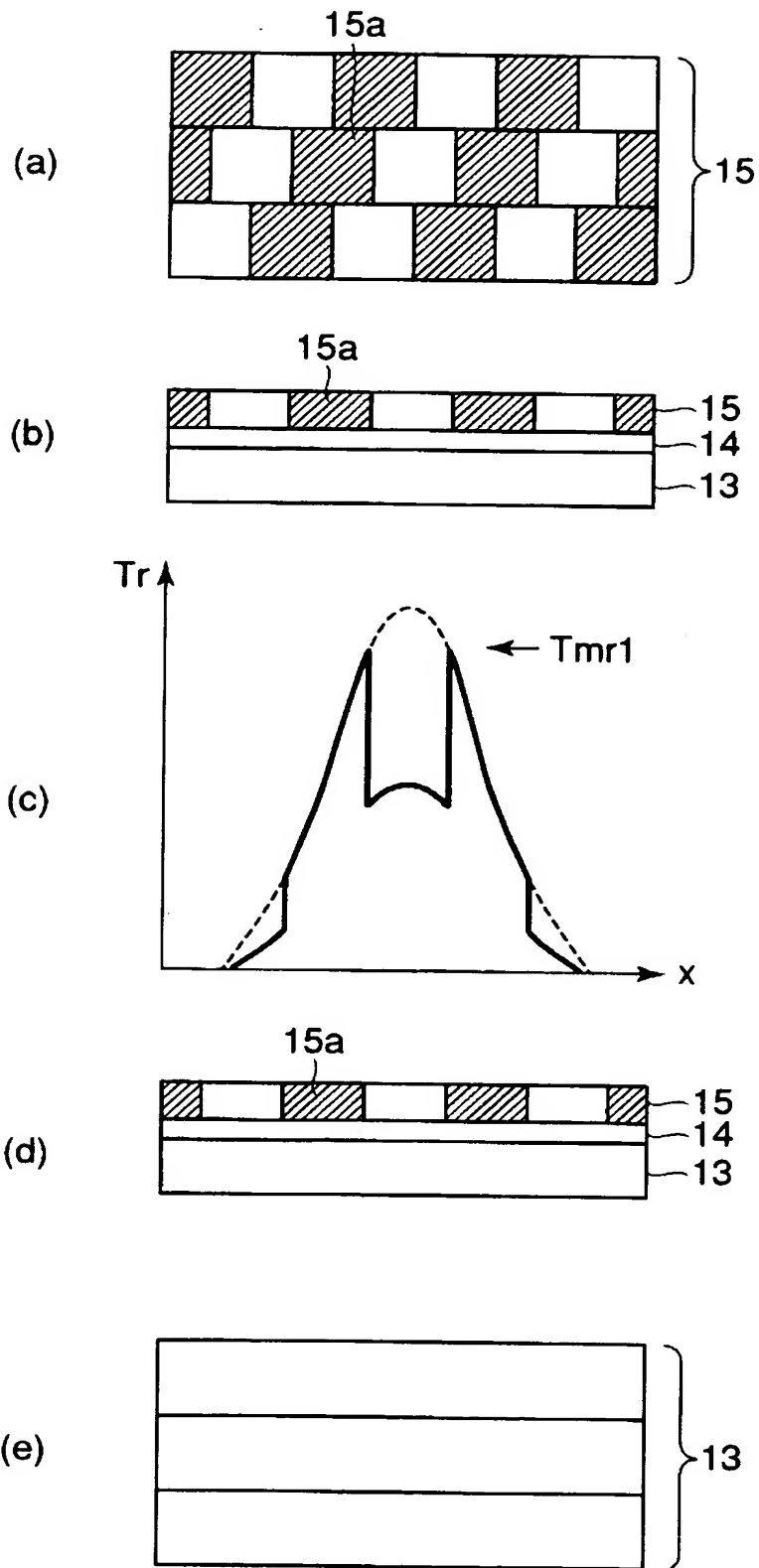




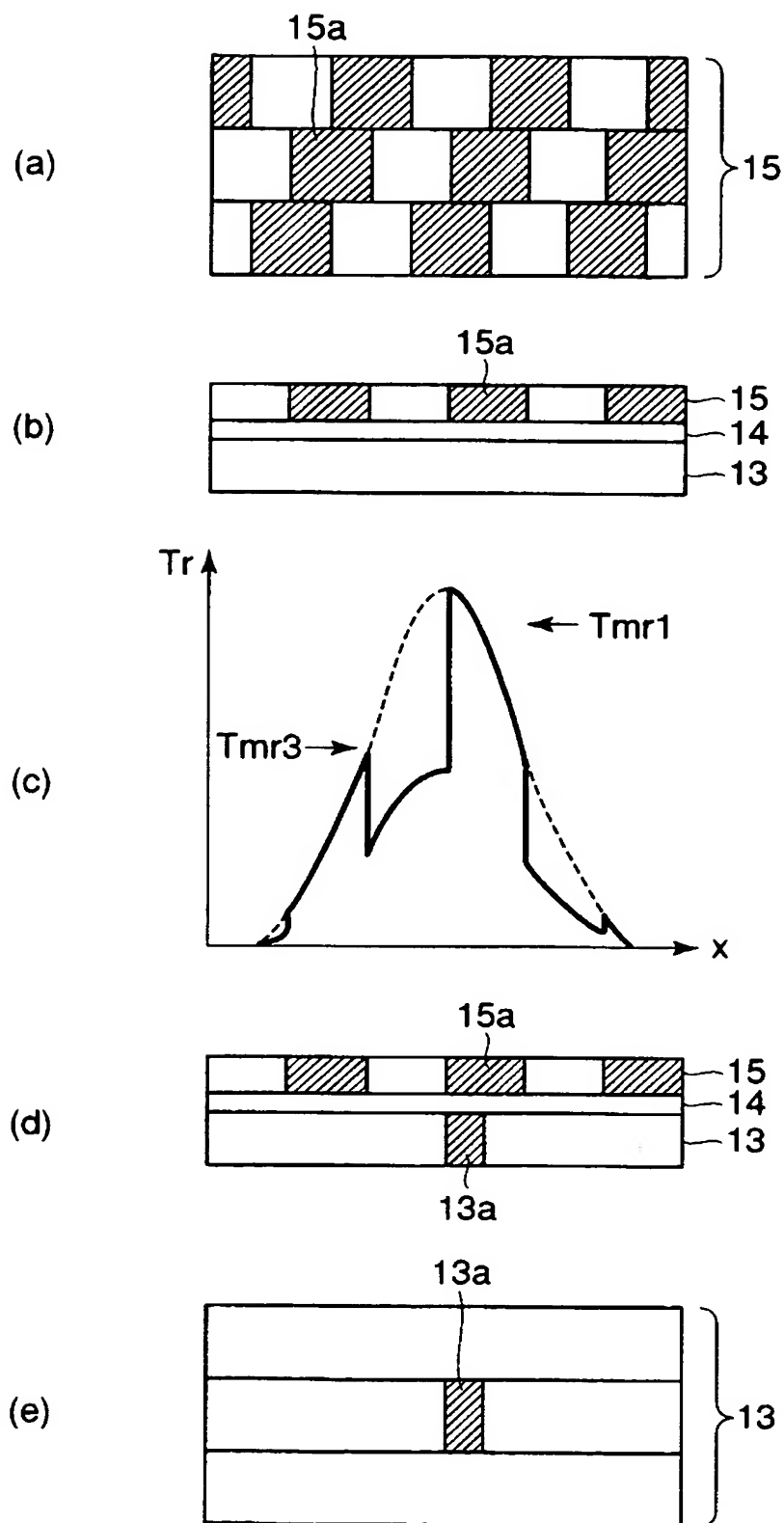
【図 3】



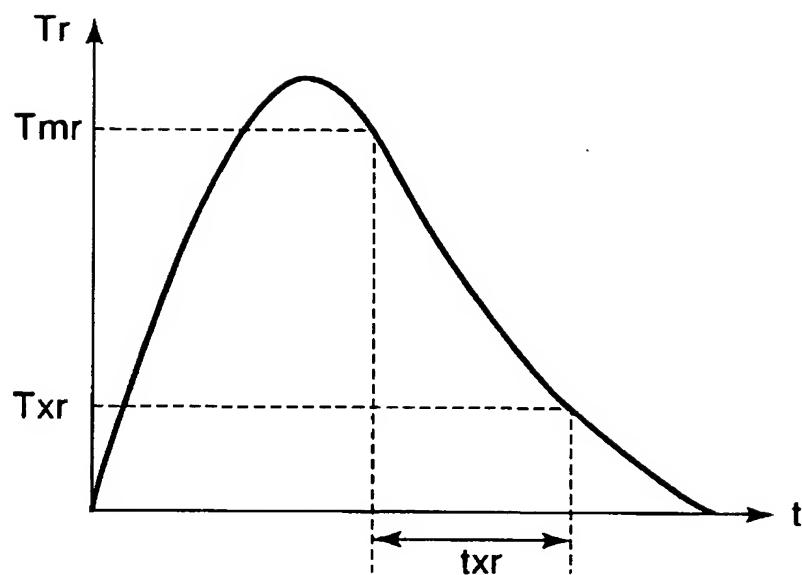
【図 4】



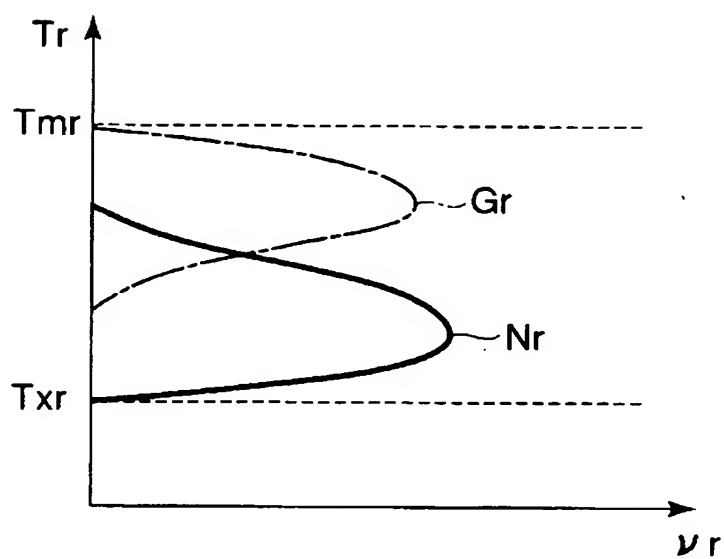
【図 5】



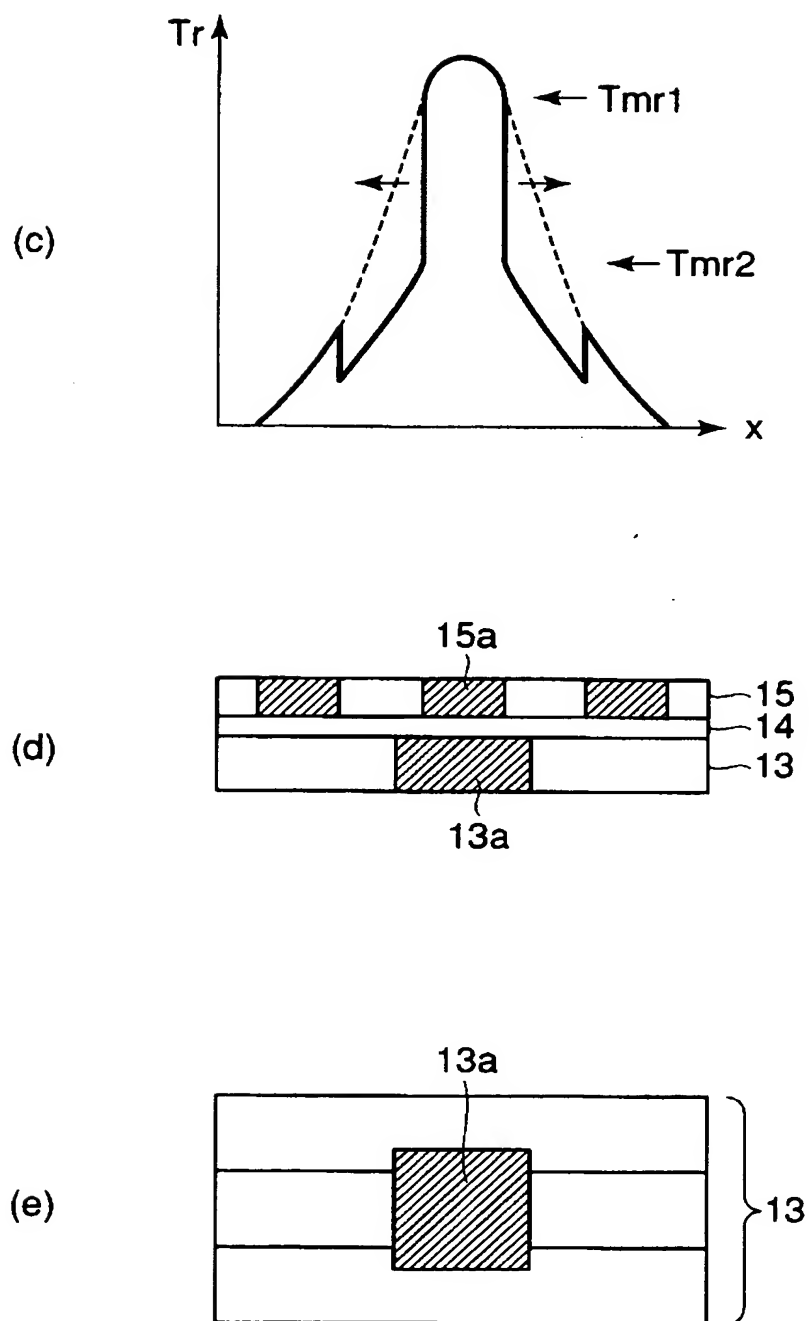
【図 6】



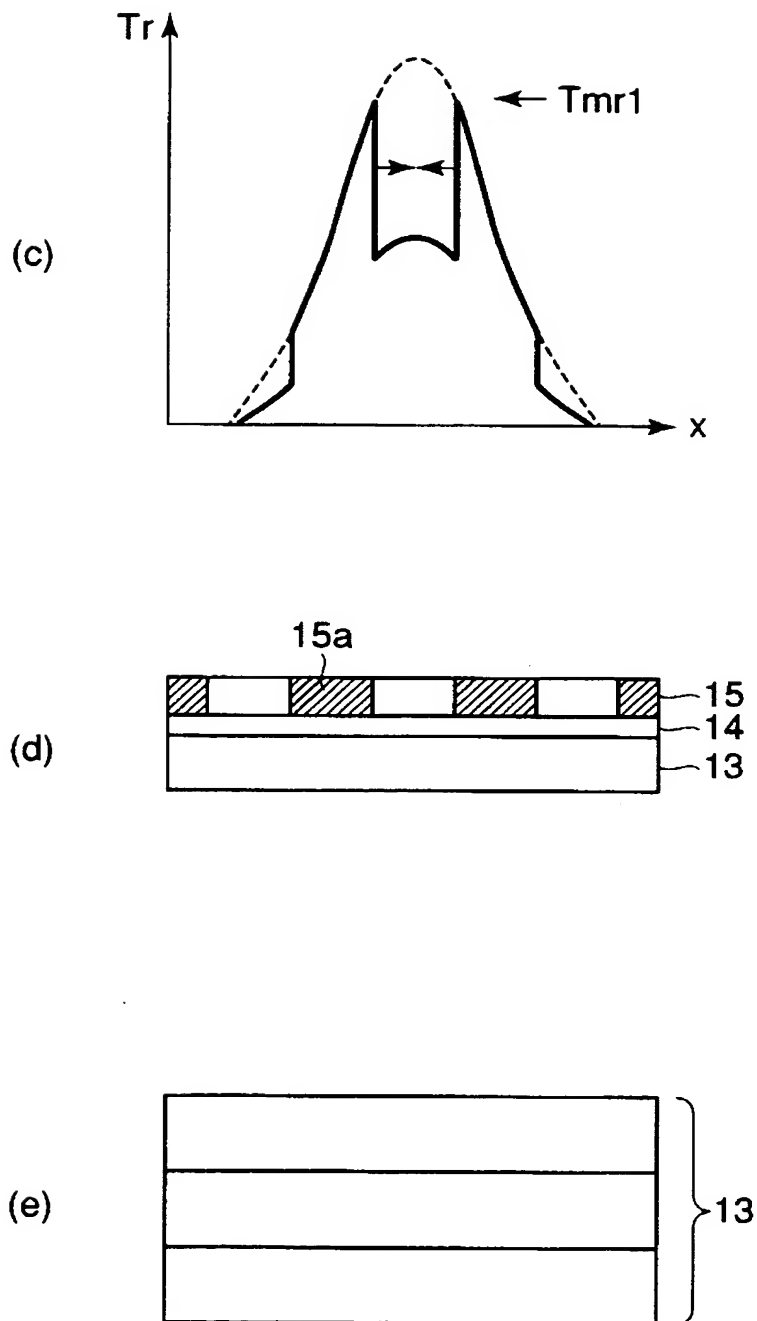
【図 7】



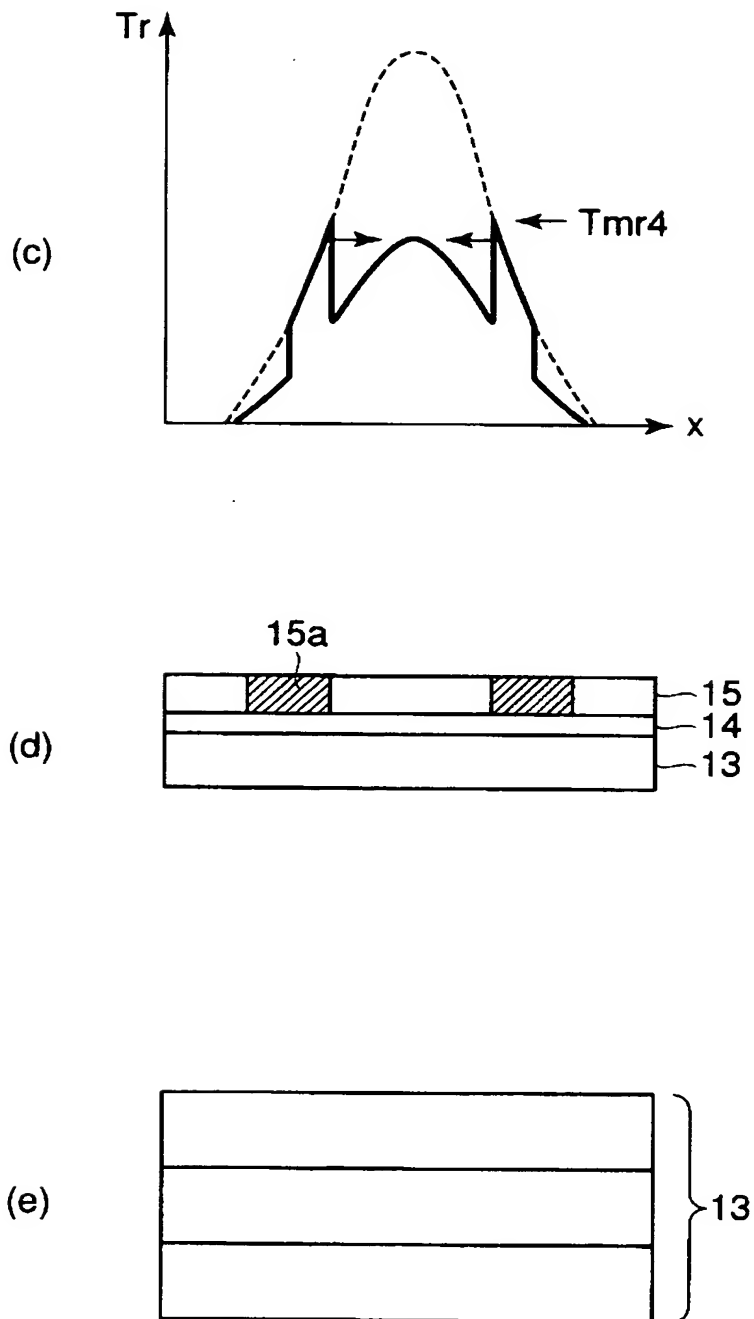
【図 8】



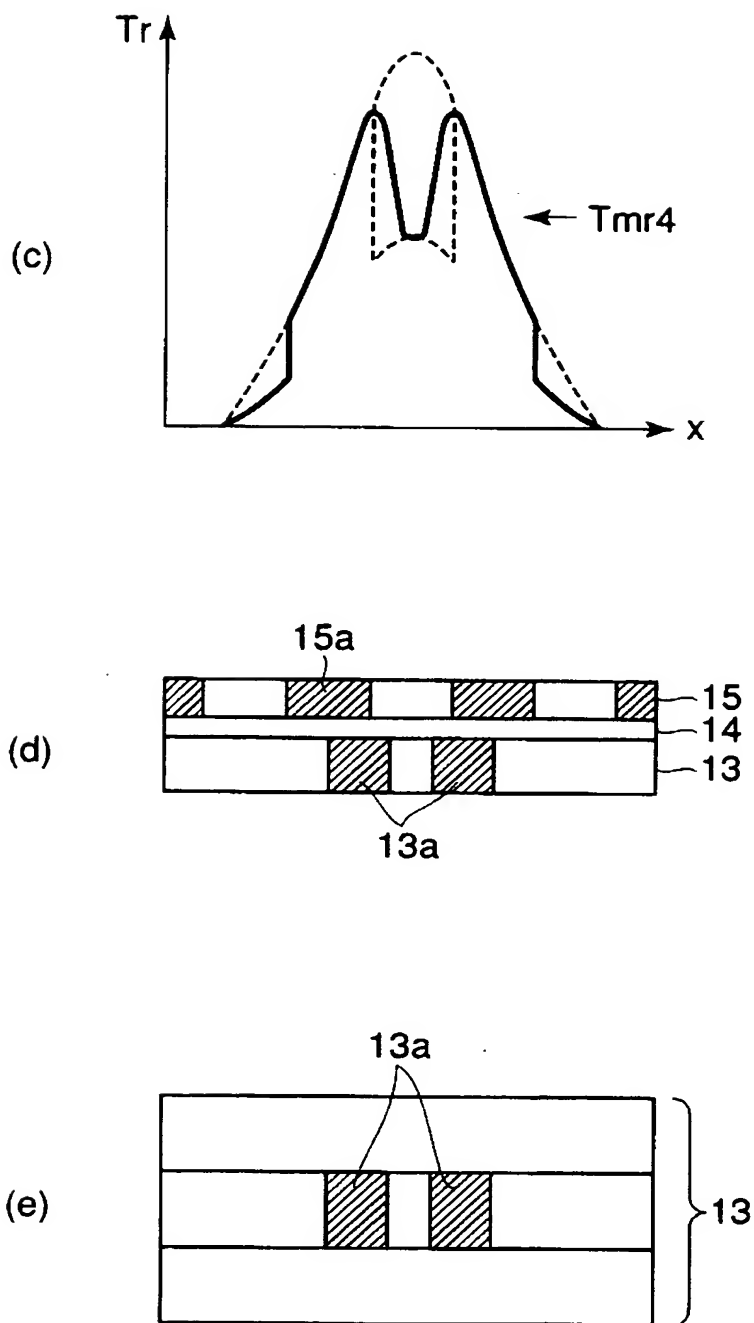
【図 9】



【図 10】

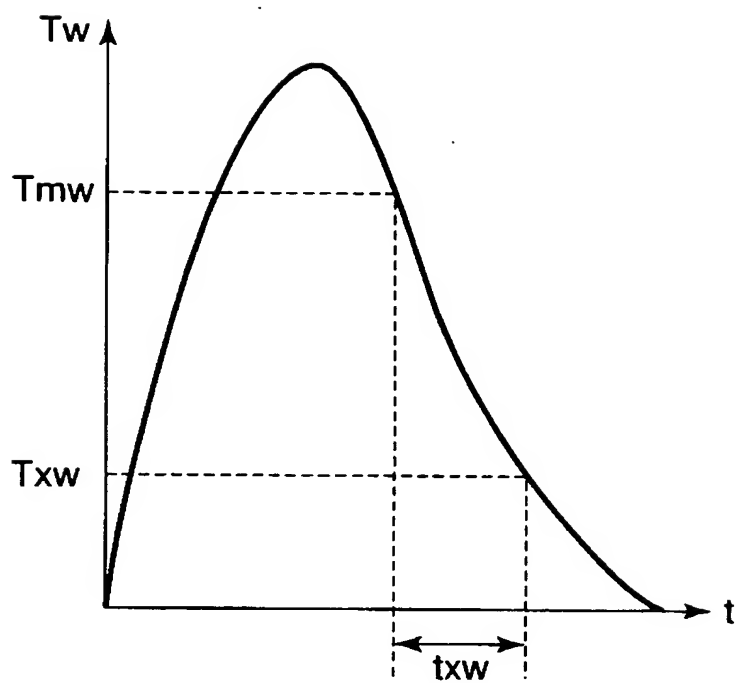


【図 11】

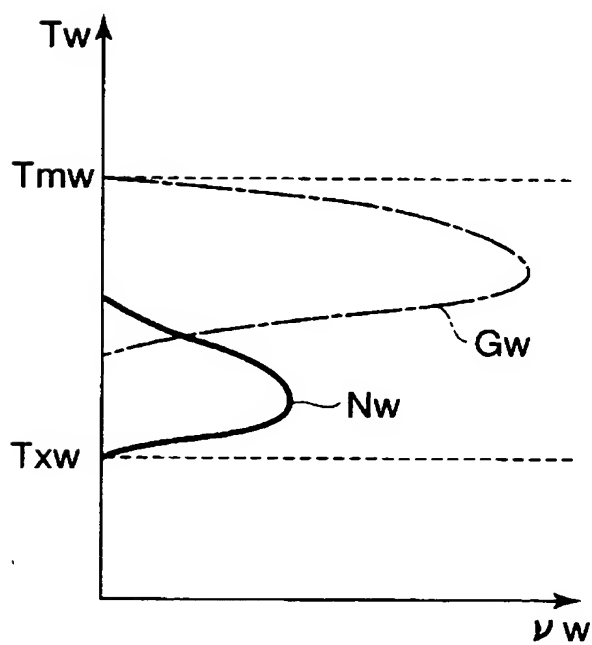




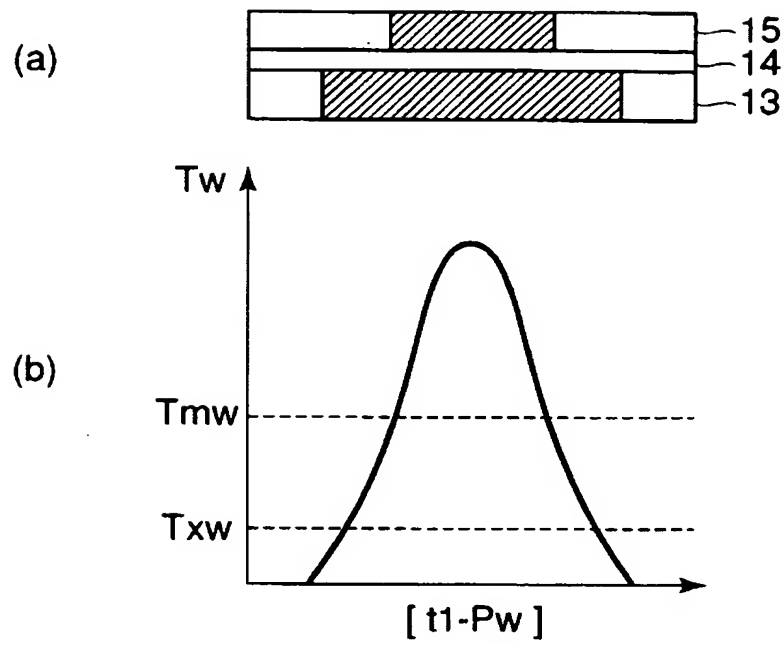
【図 12】



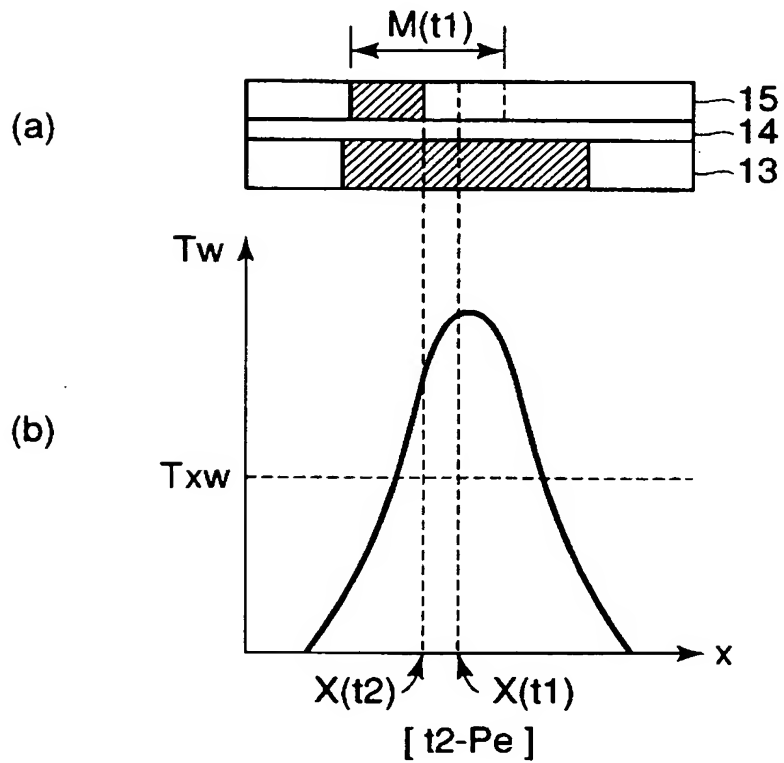
【図 13】



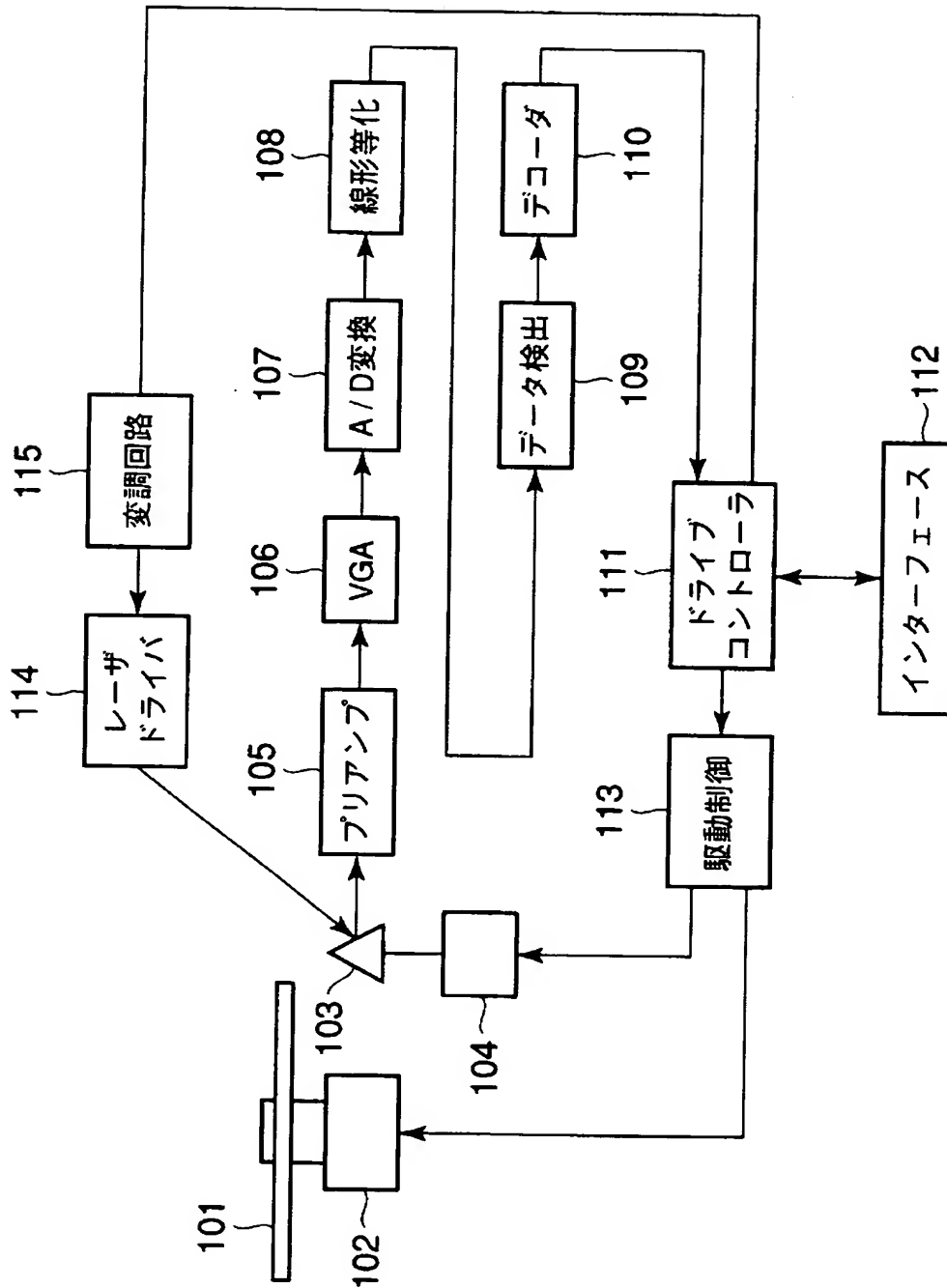
【図 14】



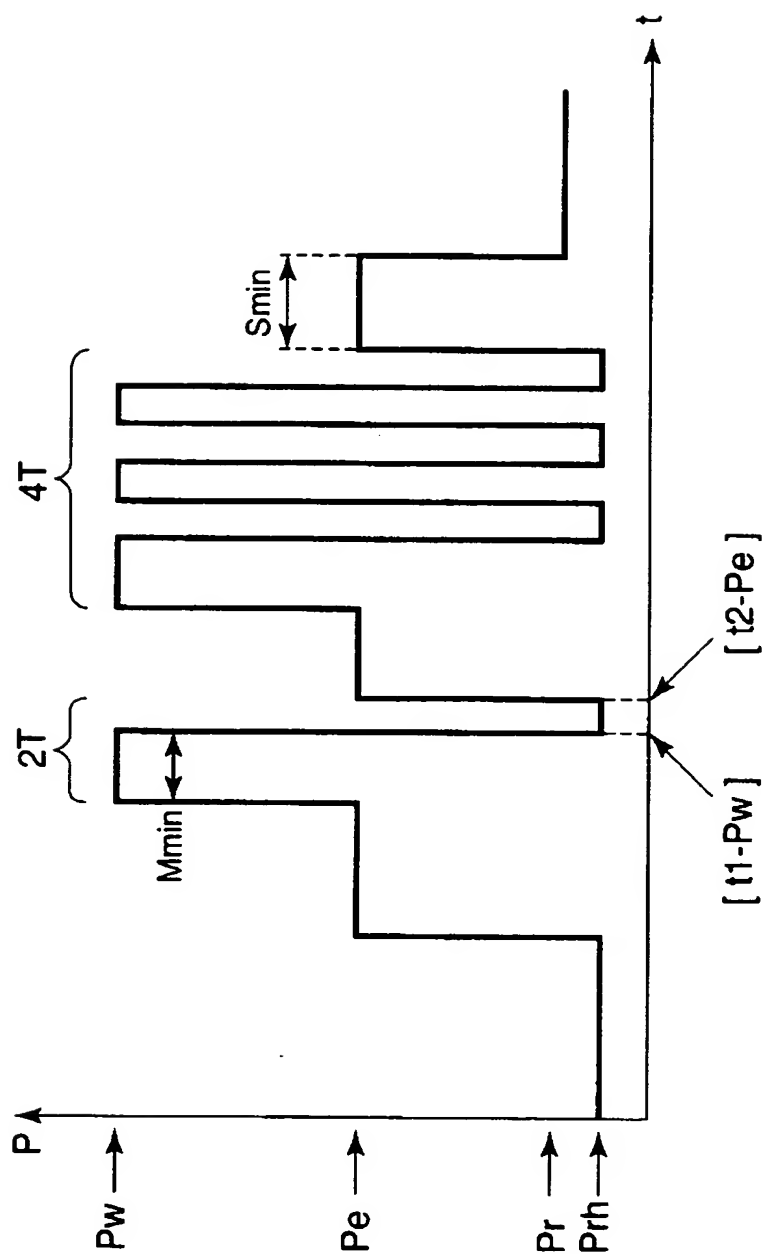
【図 15】



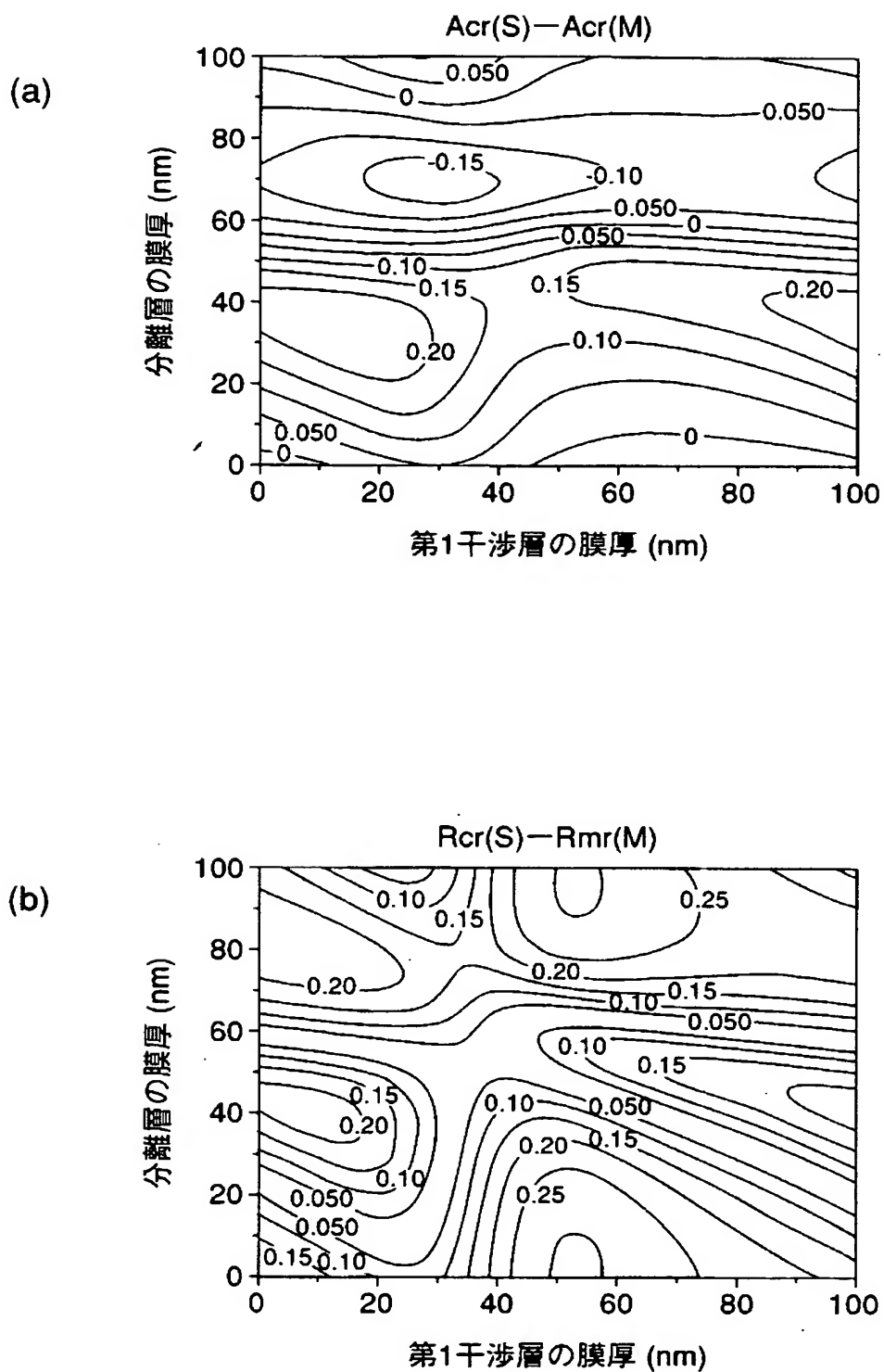
【図 16】



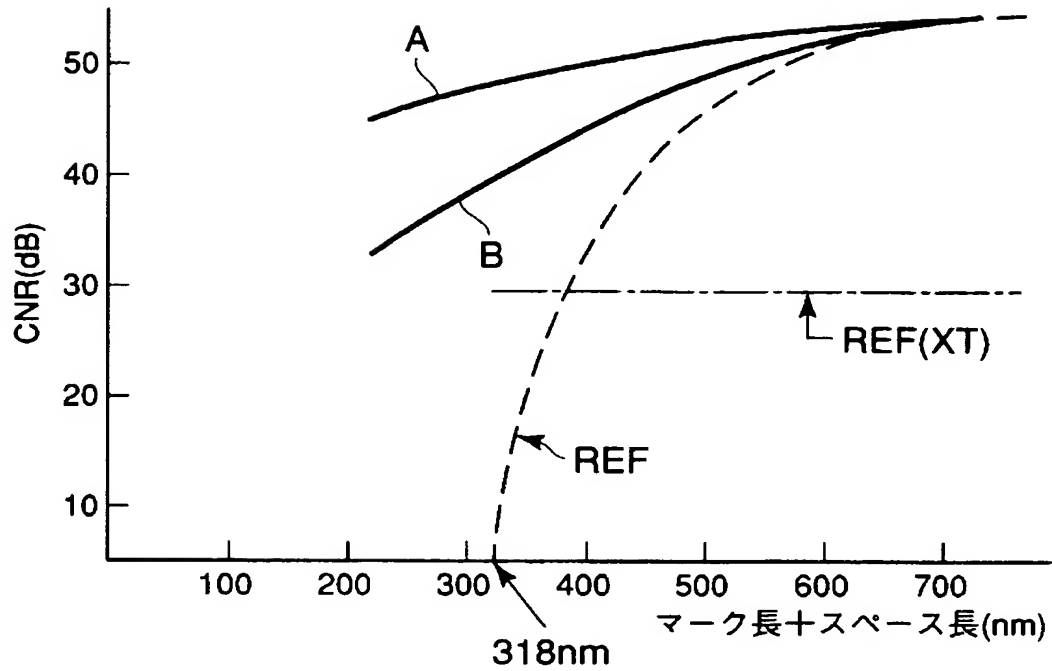
【図 17】



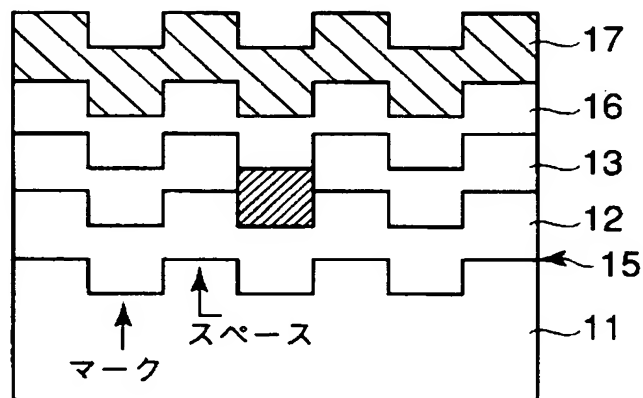
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光学限界以下の記録マークの再生を可能にして高密度化を達成できるとともに、繰返し再生回数を増加させることができる光記録媒体を提供する。

【解決手段】 光記録層と、該光記録層の再生光入射側に設けられた分離層と、該分離層の再生光入射側に設けられ、前記光記録層の状態が記録マークであるかまたはスペースであるかに応じて光吸収率が異なる相変化再生層を有し、再生光の照射により前記相変化再生層の光吸収率が大きい部分に前記光記録層の状態が転写されて転写部が形成され、前記再生層の前記転写部以外の部分は前記転写部と光学的に異なる状態に保持される光記録媒体。

【選択図】 図 1

特願 2003-011174

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日

2001年 7月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名

株式会社東芝